

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра хімії і хімічної технології

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ В.Л.Чумак

“ ____ ” _____ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

за спеціальністю: 161 «Хімічні технології та інженерія»,
освітньо-професійної програми «Хімія високомолекулярних сполук»

**Тема: «Дослідження полімерних композиційних матеріалів на основі
полівінілацетату – каучуку»**

Виконавець: студентка групи ХС 206М Плахтина Марія Анатоліївна

Керівник: доцент, к.х.н. _____ Трачевський В.В.

Консультант розділу «Охорона праці»: _____ Халмурадов Б.Д.

Консультант розділу «Охорона навколишнього
середовища»: _____ Дудар Т.В.

Нормоконтролер: _____ Столярова Н.В.

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра хімії і хімічної технології

Напрямок: 7/8.05130108 «Хімічна технологія високомолекулярних сполук»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.Л.Чумак

“___” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Плахтини Марії Анатоліївни

1. Тема роботи «Дослідження полімерних композиційних матеріалів на основі полівінілацетату – каучуку» затверджена наказом ректора від “19” листопада 2019 р. №2687/шт.

2. Термін виконання роботи: з 14.10.2019 р. по 29.12.2019 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- полівінілацетат;
- натуральний каучук;
- устаткування для проведення досліджень.

4. Зміст пояснювальної записки: Перелік умовних позначень та скорочень. Вступ. Основна частина. Розділ 1. Огляд літературних джерел. Розділ 2. Матеріали та методи дослідження. Розділ 3. Експериментальна частина. Розділ 4. Охорона праці. Розділ 5. Охорона навколишнього середовища. Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел

5. Перелік обов’язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, графіки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Пошук необхідних літературних джерел.	14.10.19 – 01.11.19	
2	Розробка методики одержання композиту, на основі полівінілацетату та каучуку.	03.11.19 – 15.11.19	
3	Одержання композиту та дослідження його властивостей за допомогою різноманітних приладів.	16.11.19 – 02.12.19	
4	Аналіз одержаних результатів.	03.12.19 – 15.12.19	
5	Розробка розділу «Охорона праці»	16.12.19- 20.12.19	
6	Розробка розділу «Охорона навколишнього середовища»	21.12.19- 28.12.19	
7	Оформлення дипломної роботи і підготовка до її захисту.	29.12.19 – 05.02.20	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
«Охорона праці»	к.м.н., доц. Халмурадов Б.Д.		
«Охорона навколишнього середовища»	к.г.-м.н., доц. Дудар Т.М.		

7. Дата видачі завдання: «14» жовтня 2019 р.

Керівник дипломної роботи _____ Трачевський В.В.

Завдання прийняла до виконання _____ Плахтина М.А.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Дослідження полімерних композиційних матеріалів на основі полівінілацетату – каучуку»: 88 сторінок, 6 графіків, 3 рисунки, 8 таблиць, 46 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – розробка технологічних аспектів одержання полімерних композиційних матеріалів на основі полівінілацетату та каучуку.

Предмет дослідження – фізико-механічні та експлуатаційні характеристики одержаних композиційних матеріалів на основі полівінілацетату та каучуку.

Завдання на виконання дипломної роботи – дослідити технологічний процес одержання композиційної системи полівінілацетат - каучук, охарактеризувати їх властивості на основі одержаних показників.

Методи дослідження – реологічні, фізико-хімічні (визначення діелектричної проникності, теплопровідності), механічні, вагові методи.

Наукова новизна одержаних результатів – обґрунтована та експериментально показана можливість одержання полімерних композиційних матеріалів. Досліджено основні фізико-хімічні, механічні та ергономічні властивості одержаних полімерних зразків.

Розроблено технологічні аспекти одержання композиційних матеріалів на основі полівінілацетату та каучуку, сутність яких полягає в необхідному виборі складу даних матеріалів. Запропоновано склад компонентів, який буде стійким до дії зовнішніх та внутрішніх факторів. Експериментально підтверджено, що одержані матеріали мають стійку структуру, що дає змогу використовувати дані матеріали у різноманітних галузях промисловості.

Практичне значення одержаних результатів – показана можливість використання одержаних композиційних матеріалів, як конструктивний матеріал для виробництва штучних шкір з покращеними властивостями у різних галузях промисловості, де необхідна тривала зносостійкість та стійкість до певі негативних чинників.

Результати магістерської роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності фахівців-хіміків.

КОМПОЗИТ, НАТУРАЛЬНИЙ КАУЧУК, ПОЛІВІНІЛАЦЕТАТ,
ПОЛІМЕРНА ПЛІВКА, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	14
1.1. Полімерні композиційні матеріали, їх основні властивості	14
1.2. Полімерні композиційні матеріали для виробництва штучних шкір	16
1.3. Висновки до розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1. Зразки композиційного матеріалу на основі полівінілацетату та каучуку 24	
2.2. Реологічні методи дослідження полімерних матеріалів	29
2.3. Діелектричні властивості полімерних композиційних матеріалів	30
2.4. Теплофізичні властивості штучних шкір на основі композиційних полімерних матеріалів	31
2.5. Дослідження механічних властивостей матеріалів	32
2.6. Ергономічні характеристики полімерних композиційних матеріалів.....	34
2.7. Висновок до розділу 2	36
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	39
3.1. Технологічні аспекти одержання модифікованих зразків та їх дослідження.....	39
3.2. Аналіз експериментальних результатів дослідження	40
3.2.1. Дослідження реологічних властивостей композиту	40
3.2.2. Дослідження діелектричних властивостей одержаних композиційних матеріалів	42

3.2.3. Дослідження механічних властивостей композиту на основі полівінілацетату та каучуку	50
3.2.4. Дослідження ергономічних властивостей системи полівінілацетат – каучук	52
3.3. Висновок до розділу 3	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1. Аналіз умов праці.....	57
4.1.1. Організація робочого місця	57
4.1.2. Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників	58
4.1.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників	58
4.2.1. Нормалізація робочої зони.....	61
4.2.2. Електробезпека.....	63
4.3. Пожежна безпека.....	63
4.4. Розрахунова частина.....	66
4.5. Висновки до розділу 4	69
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	70
5.1. Вплив виробництва штучних шкір на навколишнє середовище	71
5.2. Методи і засоби захисту навколишнього середовища від негативних впливів при виробництві штучних шкір	72
5.3. Законодавча база захисту навколишнього середовища на підприємстві .	77
5.4. Висновок до розділу 5	80
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ...	85

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПВА – полівінілацетат;
НК – натуральний каучук;
ПКМ – полімерні композиційні матеріали;
ПВХ – полівінілхлорид;
ПУ – поліуретан;
ПВС – полівініловий спирт;
ПК – персональний компютер;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ОБРВ – орієнтовно безпечні рівні впливу.

ВСТУП

Сучасний світ працює в шаленому темпі і прагне до нового. Тому створення різноманітних композиційних матеріалів є основним напрямком розвитку індустрії. Дослідивши композити та вироби з них, суспільство намагається якнайбільше їх застосовувати.

Саме композиційні матеріали стали основним «замінником» своїх «попередників» в усіх галузях промисловості. Для того, щоб модифікувати властивості полімерів необхідно створити їх суміш. При цьому межі властивостей даних композиційних матеріалів істотно розширюються у всіх напрямках. Змішування полімерів є досить простим та доступним. Здебільшого такий метод модифікування є найбільш ефективним.

Композиційні матеріали знайшли застосування ще у 3400 р. до н. е. в Месопотамії. Саме там винайшли технологію склеювання шматків деревини під різними кутами. Навіть у Стародавньому Єгипті і тій же Месопотамії додавали рублену соломку в глиняну цеглу, як армуючий матеріал. Після чого завдяки сонячному промінню цегла обсушувалася на сонці та прямувала на будівництво. Будівлі, що збудовані саме з такого матеріалу, збереглися і до сьогодні.

Найбільший розвиток композитів розпочався аж у 19 столітті. Хіміки того часу винайшли такий метод полімеризації, завдяки яким з'явилися тверді смоли, клеї та інші потрібні людству матеріали.

Саме композиційні матеріали на основі каучуку та полівінілацетату стали основою для розвитку хімічної, технічної, текстильної промисловостей. Спочатку використовували натуральний природний каучук, адже його винайшли в 1830 році. А уже в 1839 році Чарльз Гудієр здогадався, що каучук можна вулканізувати за допомогою сірки і отримати резину. Як клейовий матеріал та гуму масово каучук використовують з 1945 року. Саме Генрі Деніс використав цю речовину для розробки клею в своїй лабораторії. Активно каучукові матеріали використовували у роки війни.

Поряд з природними матеріалами починають використовувати і синтетичні. Синтетичні матеріали стали основною незамінною сировиною для одержання сучасних покриттів, клеїв, текстилю.

Досить великий попит у свій час мав саме полівінілацетат. Німецький вчений Фріц Клатт винайшов синтез клеючої речовини з ацетилену. І уже в 1912 році він знайшов своє застосування в виробничих масштабах. Поряд з каучуком ПВА стає одним із популярних матеріалів, особливо в першій половині 20 століття і до сьогодні[3].

Композити на основі каучуку та ПВА почали застосовувати лише з кінця 20 століття. Покращені властивості цих двох матеріалів, завдяки їх кополімеризації, дали змогу одержати речовини з досить стійкими хімічними та фізичними характеристиками. Важливим є те, що отримані продукти є монолітними, а параметри композиту мають властивості армуючого матеріалу.

На сьогодні такими композитами зацікавлена промисловість штучних шкір. Протягом свого розвитку виробництво штучних шкір використовувало різноманітний спектр матеріалів, зокрема і композиційних. Але ця галузь виробництва не змогла дослідити та використати матеріали, що були винайдені у процесі розвитку хімічної технології, хоча деякі матеріали були б неконкурентноспроможною і заміною сировиною.

Першим штучним матеріалом, що замінювала натуральну шкіру, була гума, яку одержували спочатку з натурального, а потім із синтетичного каучуку. Трохи згодом у виробництві штучних шкір окрім каучуків почали використовувати поліолефіни, поліуретани та поліаміди[4]. Але науковці намагалися винайти такий матеріал, який буде зносостійким, економічним, неенергозатратним. Цей матеріал повинен бути таким, щоб при використанні його в тій чи іншій галузі не було негативного впливу на організм людини та на навколишнє середовище.

Саме каучук та полівінілацетат дають змогу одержати таку штучну шкіру, яка буде екологічно чистою. На відміну від виробництва шкіри на основі

полівнілхлориду та поліуретану не потрібно застосовувати токсичні речовини та органічні розчинники, адже вони можуть негативно впливати на організм людини. Процес синтезу потребує менше енергії ніж при використанні інших матеріалів, тобто процес неенергозатратний. Таку шкіру одержують шляхом нанесення на текстильну основу каучуку в латексі разом з полівінілацетом. Дана система містить досить міцні зв'язки і тому експлуатаційні характеристики підвищуються на декілька порядків.

Актуальність теми. Виготовлення композитів на основі каучуку та полівінілацетату дає змогу розширити спектр матеріалів у різноманітних галузях промисловості завдяки покращеним експлуатаційним характеристикам. Полівінілацетат дає змогу підвищити ергономічні властивості, стійкість до згинання, жорсткості. В залежності від вмісту ацетатних груп в композиційному матеріалі можна визначити гігроскопічність штучної шкіри. Саме, використовуючи суміш натурального та синтетичного матеріалу, можна ефективно та доступно одержати клейовий матеріал, штучну шкіру та інші предмети часто застосовувані у різноманітних галузях промисловості.

Мета і завдання виконання дипломної роботи. Дослідження технологічного процесу одержання композиційного матеріалу на основі полівінілацетату та каучуку, дослідження фізичних та реологічних властивостей штучної шкіри.

Об'єкт дослідження. Розробка технології одержання полімерних композиційних матеріалів на основі полівінілацетату та каучуку.

Предмет дослідження. Дослідження фізико-механічних процесів одержання композиційних матеріалів на основі полівінілацетату та каучуку, дослідження їх механічних властивостей, дослідження стабільності одержаних матеріалів та екологічна оцінка штучної шкіри на основі полімерів синтетичного та природного походження.

Методи дослідження. Фізико-механічні, теплофізичні, реологічні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Одержані композиційні матеріали на основі каучуку та полівінілацетату, мають покращені властивості завдяки особливості синтезу. Використання реологічних методів також дають змогу визначити залежності оптичних густин та напруг зсуву системи полівінілацетат-каучук.

Для того, щоб покращити структуру композиційного матеріалу на основі полівінілацетату та каучуку можна застосовувати сажу та технічний вуглець в невеликих кількостях у якості наповнювача.

Під час дослідження теплофізичних властивостей полівінілацетатно-каучукової системи, а саме стійкості до низьких та високих температур, було встановлено сферу застосування цього ж композиційного матеріалу.

Практичне значення одержаних результатів. Показана можливість використання одержаних композиційних матеріалів, як конструктивний матеріал для штучної шкіри. Розроблено метод одержання екологічної нешкідливої штучної шкіри. Одержані результати дали змогу зробити висновок, що використання полімерних матеріалів, таких як качук та полівінілацетат, робить процес утворення штучної шкіри неенергозатратним.

Результати роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Полімери – одні з найбільш застосовуваних матеріалів в різноманітних галузях промисловості. Властивості полімерних матеріалів залежать від багатьох факторів, які покращуються у процесі розвитку технологій. Новітні розробки процесів виробництва цих матеріалів мають досить важливе місце серед різноманітних наукових напрямків.

1.1. Полімерні композиційні матеріали, їх основні властивості

Полімерні композиційні матеріали (ПКМ) за визначенням складаються з високоміцних двох або більше компонентів, кількісне відношення яких має бути співставним. Волокна повинні склеюватися в монолітний матеріал.

Один із компонентів повинен створювати безперервну фазу – матрицю, інший компонент – це наповнювач. Вони повинні бути такими, щоб між ними була адгезійна або аутогезійна взаємодія.

Матриця може бути різноманітною: вуглецевою, металевою, керамічною. Полімерні композити мають у своєму складі полімерну матрицю. Наповнювач може бути у вигляді волокон, що мають покращені фізико-механічними властивості ніж матриця полімерного композиту[2].

Різнманіття полімерних композиційних матеріалів, а також методів модифікації цих матеріалів дозволяє регулювати такі характеристики як міцність, жорсткість, рівень робочих температур та інші властивості ПКМ. Поєднавши в одному матеріалі волокна з волокнами, що є досить міцними та пружними, можна досліджувати основні властивості композитів. Наприклад, можна вводити ниткоподібні кристали на основі бору, скла, вуглецевих та органічних матеріалів.

Це є одна з найважливіших властивостей ПКМ – здатність створювати матеріали уже з заданими властивостями, які можливо регулювати.

Як згадувалось вище, композиційні матеріали складаються з компонентів, що створює безперервну фазу. Матриця може бути створена або з термопластичного або з термореактивного полімеру. Це залежить від виду експлуатації матеріалу на основі ПКМ.

Матриця на основі термореактивного полімеру має ряд властивостей, а саме низьку в'язкість, досить легко просочуються та є доступними для споживання. Але вони також мають і ряд недоліків. Саме такі композиційні матеріали не можна довго зберігати через обмежений термін зберігання. Токсичність застосовуваних розчинників є також негативним фактором. Вони повинні проходити термообробку і тому ці матриці мають досить довгий термін формування. Термореактивні матриці досить пористі на відміну від термопластичних.

Застосовуючи термопластичні полімери, можливість регулювання температурного інтервалу експлуатації значно зростає. Досить різко зросли й інтервали механічних властивостей, в першу чергу, це ударні властивості та зниження пористості полімерного композиційного матеріалу. При використанні цих матеріалів в якості зв'язуючого важливою проблемою є рівномірний розподіл всіх компонентів в його об'ємі. Можливість регулювання технологічних властивостей на стадії просочування та на стадії затвердження, є основною позитивною властивістю полімерних композиційних матеріалів на основі термопластичного полімеру.

В цьому випадку важливим при виборі складу матриці є врахування вимог. А саме поєднання високої стійкості до ударів (розтріскування), теплостійкості та інших властивостей. Також потрібно враховувати в'язкість та час затвердження матеріалу, його температуру.

В процесі одержання виробів зв'язуючий матеріал перетворюється в матрицю, яка забезпечує монолітність двофазного і навіть більше полімерного композиційного матеріалу.

Різноматність полімерних матеріалів, які можуть бути основою для виготовлення матриці композиту, кожного року зростає все більше і більше, тому

експлуатаційні характеристики даних матеріалів варіюються у багатьох напрямках. Покращення цих властивостей зумовлене новітніми дослідженнями ПКМ.

Як уже відомо, введення дисперсних і коротковолокнистих наповнювачів в полімери та олігомери, або їх розплави призводить до підвищення його в'язкості. Тому, використовуючи саме ці речовини, можна виготовити новий матеріал з покращеними електро- та теплопровідними властивостями.

В даному випадку значний інтерес мають полімерні композиційні матеріали у електротехніці, транспортній промисловості та для текстилю. Основною перевагою є те, що можна отримати різноманітні елементи складної будови, що об'єднують аж декілька елементів різноманітного складу, що виробляються самими звичайними методами. Ввівши наповнювач, можна підвищити модуль пружності (жорсткість) та підвищити вміст лінійних деформацій. Це дозволяє застосовувати полімерні композиційні матеріали для виробництва штучних шкір.

1.2. Полімерні композиційні матеріали для виробництва штучних шкір

При виробництві штучних шкір науковці намагалися використовувати різноманітний спектр полімерних покриттів. Але поставала проблема оцінки споживчих властивостей кінцевого продукту. З часом вирішенням проблеми зайнялися наукові співробітники, які, в свою чергу, розпочали новий етап «відродження» галузі виробництва штучних шкір.

Здебільшого, почали використовувати штучні шкіри, які мають поліуретанове покриття або полівінілхлоридне. Під час застосування саме таких полімерних матеріалів потрібно застосовувати органі розчинники, які згубно впливають на навколишнє середовище, тобто є токсичними.

Тому, для того щоб створити щось практичне та нове, розробляються нові методики для виробництва покриттів штучних шкір. Розробка нових штучних шкір із застосуванням декількох полімерів, що будуть знаходитися у водному

середовищі, які будуть відповідати і екологічним вимогам, також будуть економними є досить важливою проблемою на сьогодні.

Це питання можна вирішити лише одним шляхом. Використовуючи плівкоутворюючі речовини з цінними властивостями експлуатаційних характеристик, які будуть мати економічні та екологічні властивості, можна одержати новий і незамінний матеріал для промисловості. Таким чином, наносячи на текстильну основу наповненої полімерного композиційного матеріалу, що у своєму складі має каучук в латексі, суміщений полімером в емульсії, та має також складні естерні групи, можна одержати штучну шкіру, яка стане основним і стабільним матеріалом у цій галузі промисловості.

Штучна шкіра – це продукт виробництва, який задовольняє потреби суспільства. Саме вона має спектр корисних властивостей, що дає змогу використовувати її за призначенням. Основною властивістю штучних шкір є механічні властивості (здатність до розриву, видовження, стійкість до згинання та стирання). Саме механічні властивості залежать від основи, тобто матриці полімерного композиційного матеріалу.

Немало цінним є те, якою хімічною природою наділений матеріал для покриття шкіри. Хімічні властивості також залежать від вибору полімеру та полімерного наповнювача. Характер фізичного формування покриття, технологічна схема виробництва та параметри процесу є також одними із важливих показників для одержання покращених продуктів у виробництві. Тому слід чітко контролювати всі показники та стадії процесу формування штучної шкіри.

Важливим є те, які теплофізичні та теплопровідні характеристики проявляє покриття. Ці показники характеризуються коефіцієнтами теплопровідності та температуропровідності, використовуються також коефіцієнти теплоємності та морозостійкості.

Волокниста основа штучної шкіри є основною складовою. Це може бути тканинна основа, або трикотажне волокно. Увесь комплекс фізико-механічних, еластичних та інших подібних властивостей визначає саме волокно, з якого складається композит[5].

Досить багато шучних шкір складаються з тканини. Зазвичай застосовуються бавовняні тканини, кирзу або молескін. Застосовують їх саме тому, що вони мають високу здатність до адгезії. Вони є зносостійкими та досить міцними. Використовують також трикотажні волокна, але цей матеріал здатний до високої розтяжності і тому є не стійким до деформацій. Здебільшого, своє застосування знайшли і нетканні полотна. Вони можуть бути прошивними, голкопробивними та клейовими. Цей фактор визначає те, що розвиток виробництва штучних шкір не стоїть на місці, а є основним напрямом у галузі досліджень[6].

Друге місце як плівкоутворювач, після, полівінілхлориду, займають полімери, що містять у своєму складі поліуретанову групу, яка має вигляд:



Для одержання поліуретанів (ПУ) здебільшого застосовують діізоціанати, адже вони мають особливу хімічну будову. За їх допомогою можна одержати ПУ різної будови, які вподальшому можна застосовувати з низькомолекулярними сполуками (гліколі та олігомери) та кополімеризувати з високомолекулярними сполуками. Увіввши в склад поліуретанів функціональні групи, можна визначати великий інтервал властивостей одержуваного матеріалу.

Однокомпонентні поліуретани зазвичай є плівкоутворюючими речовинами. Їх виготовляють у вигляді розчинів або гранул, їх можна переробляти, адже вони є термопластичними речовинами.

Двокомпонентні поліуретани утворюють плівку лише у тих випадках, коли рідку речовину змішують з іншим компонентом. Цим компонентом є діізоціанат. Саме діізоціанат використовується для подовження ланцюга та як каталізатор процесу. Ще він виступає у якості речовини для зшивання полімерного композиційного матеріалу.

Під час виробництва штучної шкіри особливу увагу мають пінополіефіроуретани. Вони є досить еластичними, мають високу пористість і також

володіють маленькою питомою вагою. Почали їх застосовувати після того, як одержали матеріали на основі трикотажу та тканини для того, щоб матеріал мав необхідні теплозахисні властивості та такі, щоб матеріал відштовхував вологу. Пінополієфіроуретани легко зшиваються, їх не важко склеїти між собою і вони формуються під час теплової обробки. Ці матеріали не зазнають руйнування грибками та живими організмами. Вони повністю зберігають форму.

Одержуючи штучну шкіру, застосовують також уретанові термоеластопласти. Якщо їх нагрівати, то вони переходять у в'язкотекучий стан, а охолоджуючи їх, можна одержати високоеластичні продукти. Найхарактернішим показником матеріалів із поліуретанових термоеластопластів є висока зностійкість. Для того, щоб захистити вироби зі штучної шкіри, створюють необхідні технології мікропористих покриттів. Саме таке покриття має підвищену волого- і газопроникність. Щоб одержати ці матеріали, коагулюють різноманітні розчини[7].

Мікропористі поліуретанові покриття застосовують для виробництва рукавичок, взуття, одягу, який застосовують в умовах підвищеної механічної напруги. Використовують саме такі покриття в меблевій промисловості для оббивки та декоративного оформлення інтер'єру.

Полівінілхлорид (ПВХ) – один із найзастосовуваніших полімерів для виробництва штучних шкір. Властивості цього полімеру можна змінювати різноманітними способами. Саме до цього полімеру можна додавати плівкоутворюючі речовини, такі як пластифікатори, різноманітні наповнювачі та речовини, що утворюють пори. Найбільшою позитивною характеристикою ПВХ є те, що спосіб одержання штучної шкіри є найдешевшим і найменш енергозатратним. Також плюсом є те, що можна наносити полівінілхлоридні полімери сухим та мокрим способами. Це дає змогу одержати важкі полівінілхлоридні штуч-шкіри зі значною величиною накладання.

Особливо застосовуються пористі ПВХ матеріали. У їх основі, як вище було вказано, застосовуються трикотажні або тканинні волокна. На ці волокна наносять шар пористого ПВХ-матеріалу приблизно 0,5 – 0,7 мм, а потім непористого ПВХ-матеріалу – 0,1 – 0,15 мм. Непористий полівінілхлорид має бути покритий

тоненьким шаром лаку для того, щоб утворене полімерне покриття було повністю нелипким. Отримане покриття повинно бути на дотик схожим на шкіру.

На сьогодні популярним є процес комбінування ПВХ з іншими полімерами, тобто відомий процес кополімеризації. Це ж, у свою чергу, дає змогу розширити асортимент штучних шкір. На практиці кополімери вінілхлориду, у порівнянні з гомополімерами, мають більш широкий спектр фізичних та механічних властивостей, мають кращу розчинність у різноманітних органічних та неорганічних розчинниках. У якості кополімерів з вінілхлоридом застосовують вініліденхлорид, вінілацетат та акрилонітрил[7].

Штучна шкіра, яка має тканинну основу і просочена здебільшого з двох сторін резиною, має назву прорезиненої штучної шкіри. Резино-тканинні матеріали мають достатньо високі механічні властивості, такі як стійкість до деформацій та розтягання, є досить еластичними, не розшаровуються.

Під час виготовлення штучних прорезинених шкір застосовують волокна на основі поліаміду, карбоксилату, поліефіру, арміду та іншого різноманітного спектру волокон.

Прорезинені штучні шкіри досить стійкі до розтягання та деформацій – це одна із найцінніших характеристик цього виду матеріалів, особливо для розробки пневматичних споруд. Пневматичні споруди досить часто використовуються у сфері будівництва. Вони є досить стійкими за рахунок розтягнення еластичної та герметичної плівки. Плівка утворюється завдяки стисненому повітрю. Такі конструкції є легкими та ефективними. Будівельна галузь не може обійтися без цих конструкцій, адже саме за допомогою них можна зробити безліч перекриттів для споруд, різноманітних теплиць та складів для сучасної промисловості. Наразі для виробництва пневматичних конструкцій використовують поліефірні тканини, які вкриті, в свою чергу, сумішшю хлоропрену або хлорсульфованого каучуку.

Використовуючи здатність плівок із тканини, що просочена резиною, можна їх застосовувати в пневматичних підйомних пристроях. Завдяки змінам у об'ємі при нагнітанні в прорезинених тканинах повітря, можна використовувати їх в широких температурних інтервалах.

Прорезинені тканини застосовують для виробництва рятувальних жилетів, плотів та човнів. Використовують їх також і для виробництва досить міцного матеріалу такого як кевлар. Він має у шість раз більшу міцність, ніж інші прорезинені тканини. Для того, щоб він пропускав повітря і був стійкий до дії ультрафіолетового випромінювання, кевлар почали покривати поліфлуорвініліденом.

Зазвичай прорезинені тканини застосовують і для футерування резервуарів, у яких зберігають питну воду. Також їх використовують і в очисних спорудах. Можливе навіть їх застосування і в якості футерування ємностей для зберігання нафтопродуктів. За основу використовують поліефірні волокна або нейлонові волокна. Саме вони стійкі до нафтопродуктів, тобто органічних речовин.

Для того, щоб зберігати азотну та фосфорні кислоти почали використовувати поліефірні тканини, які покривають бутилкаучуком. Також, з поліефірних та нейлонових волокон, просочених резиновими композиційними матеріалами (хлоропреновий каучук, полівініліденхлорид), одержують покриття – тенти в грузових машинах, які є досить стійкими та легко збираються та розбираються. Поліефірні тканини з такими покриттями застосовують і для покриття транспортних засобів, які перевозять різного роду добрива.

Синтетичні полімери на основі латексів – це водні дисперсії. Для того, щоб одержати такі речовини необхідно провести процес емульсійної полімеризації. Зазвичай використовують бутадієнові каучуки (стирольний, вінільний), хлоропрен, полівінілхлорид, поліакрилати. Інколи деякі латекси виготовляють диспергуванням у воді уже повноцінних полімерних матеріалів, наприклад бутилкаучук, ізопреновий каучук.

Використовуючи полімерні композиційні матеріали на основі каучуків для покриттів текстильних матеріалів, покращуються такі експлуатаційні характеристики як: стійкість до розчинників (органічних та неорганічних) та значно агресивних середовищ, стійкість до зношування, волого- та газонепроникність.

Досить позитивними характеристиками та основним плюсом для латексів та каучуків є те, що завдяки їх особливій хімічній будові, порівнюючи з іншими

плівкоутворюючими речовинами, вони є досить енергоємними. Завдяки осадженню частинок на волокнах та механічному вспінюванню вони є особливими у застосуванні. Таким способом можна одержати пористі плівки на різноманітних тканинах та волокнах. Саме осадження частинок та механічне вспінювання неможливе за використання полімерних матеріалів в блоці або у вигляді розчинів полімерів.

Використовуючи саме композиційні матеріали на основі каучуків, можна досить легко одержувати нові матеріали у різних галузях промисловості. Вони без лишніх затрат енергії зв'язуються з іншими хімічними сполуками, одержуючи нові з новими властивостями, і саме цими властивостями можна корелювати у різних напрямках.

Штучні шкіри на основі композиційного матеріалу з каучуку мають пористу структуру. Крім цього, це покриття є тришаровим. Перший шар має вигляд монолітного покриття і розташовується зверху волокон. Другий шар розташований під першим шаром і має вигляд вспіненої латексної суміші. Цей шар ще називають проміжним. Під проміжним шаром ще знаходиться і третій. Це є трикотаже волокно або тканина. Перший шар з монолітного покриття використовують для красивого вигляду кінцевого продукту. Саме каучук потрібний для забезпечення таких експлуатаційних характеристик як зносостійкість, деформація, згин, термостійкість та стійкість до старіння.

Штучна шкіра з пористою основою є основним замінником натуральної шкіри, адже, за своїми зовнішніми показниками вона не відрізняється від природної. Саме штучна шкіра на основі каучукових композиційних матеріалів, у порівнянні з іншими полімерами, є досить приємною на дотик, нежорсткою, блискучою. Матеріали з таких шкір використовують для виготовлення верхнього одягу, взуття, головних уборів та матеріалів різноманітного призначення[7].

1.3. Висновки до розділу 1

1. Полімерні композиційні матеріали (ПКМ) за визначенням складаються з високоміцних двох або більше компонентів, кількісне відношення яких має бути співставним. Волокна повинні склеюватися в монолітний матеріал.

Різноматність полімерних матеріалів, які можуть бути основою для виготовлення матриці композиту, кожного року зростає все більше і більше, тому експлуатаційні характеристики даних матеріалів варіюються у багатьох напрямках. Покращення цих властивостей зумовлене новітніми дослідженнями ПКМ.

2. Використовуючи плівкоутворюючі речовини з цінними властивостями, які будуть мати економічні та екологічні властивості, можна одержати новий і незамінний матеріал для промисловості.

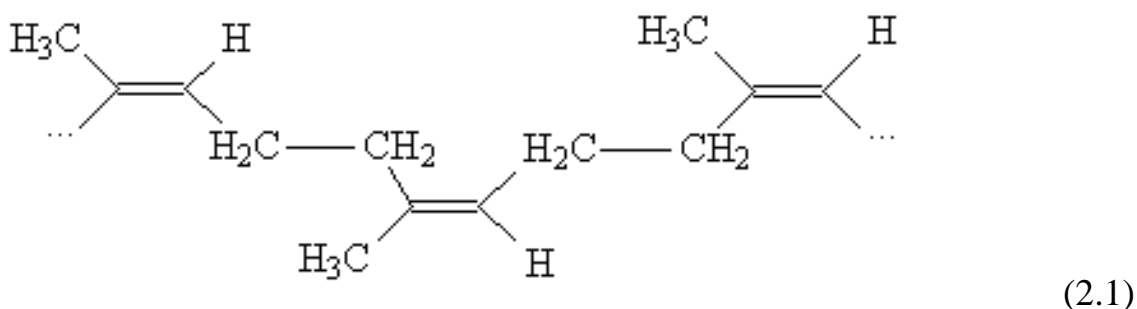
Таким чином, наносячи на текстильну основу наповненого полімерного композиційного матеріалу, що у своєму складі має каучук в латексі, суміщений полімером в емульсії, та має також складні естерні групи, можна одержати штучну шкіру, яка стане основним і стабільним матеріалом у цій галузі промисловості.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Зразки композиційного матеріалу на основі полівінілацетату та каучуку

Слово «каучук» має своє походження з Південної Америки та має переклад як «Сльози дерева». Цей еластичний матеріал ще з середини XIX століття знайшов застосування для одержання водонепроникних речовин та матеріалів. Наприклад, Макентош, знайшовши розчинник – бензин, винайшов прорезинене пальто, яке використовують і до сьогодні. Уже після процесу вулканізації каучук знайшов своє застосування у промисловості.

Для того, щоб одержати природний каучук, необхідно спускати з дерева, що має назву «гевея», сік, тобто латекс. Не всі дерева містять каучук, тому використовують для його добування лише окремі сорти. Проблемою є те, що каучук не завжди відділяється від рослинного соку. Тому одержану рідину підсушують. Формула 2.1 зображує структуру природного каучуку.



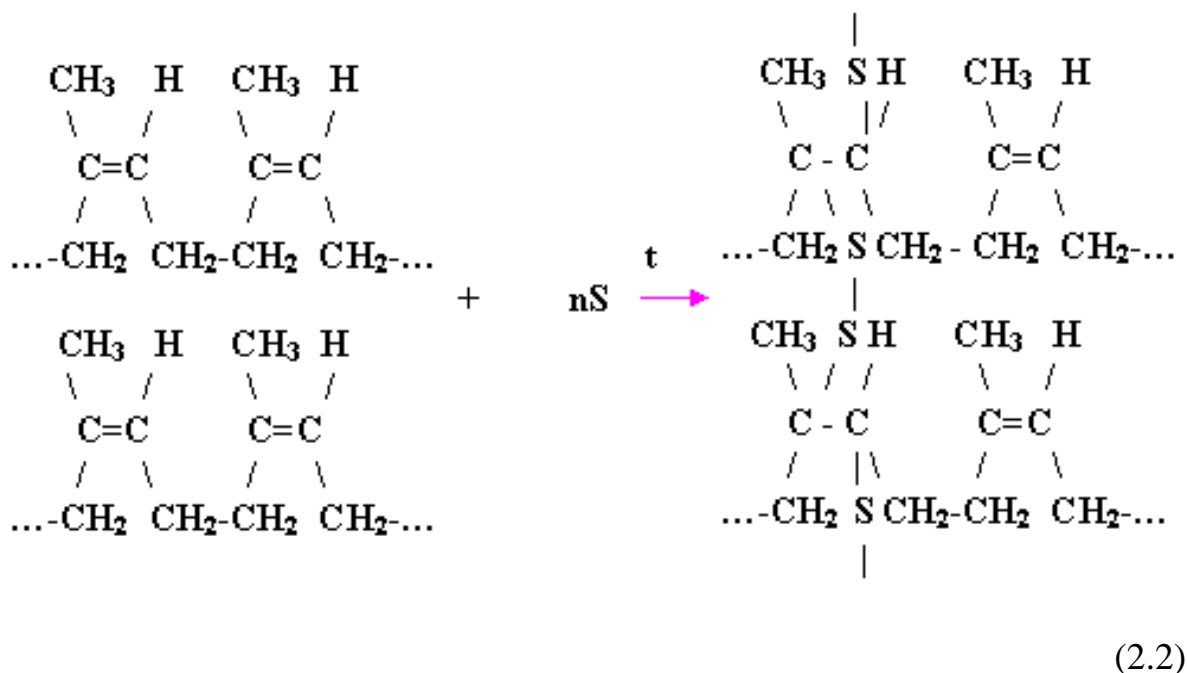
Щойно одержаний каучук має такі властивості, які є небажаними. Він досить липкий і нееластичний. Уже вулканізований каучук є еластичний, стійкий до дії різноманітних розчинників і втрачає здатність до прилипання.

При нагріванні до 115 °C каучук стає достатньо м'яким і тому з нього можна легко виробляти вироби різноманітних форм і будови. Завдяки охолодженню можна

одержати попередню форму каучуків. Еластичність також повертається у вихідний стан.

Для того, щоб надати нові властивості каучукам почали застосовувати процес вулканізації. Цей процес пов'язаний з нагріванням суміші каучука з сіркою в герметично обладнаних резервуарах. Процес відбувається за температури 120 °C.

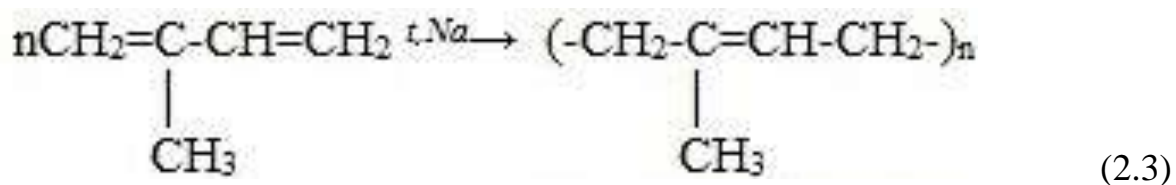
Формула 2.2 зображує процес вулканізації під дією температури.



Уже вулканізований каучук можна застосовувати у якості резини та виробів з неї, адже він має еластичні та деформаційні характеристики.

Завдяки розвитку науки та науково-технічній революції, окрім природних канчуків, почали виготовляти і синтетичні. Синтетичні каучуки є досить застосовуваними на сьогодні та є незамінними у різноманітних галузях промисловості[8].

Основним представником синтетичних каучуків є ізопреновий каучук. Одержують його за допомогою процесу полімеризації ізопрену, що відбувається за схемою 2.3.



Резини з ізопренових каучуків мають досить високу механічну стійкість та еластичність. Їх почали застосовувати як замічник для природного каучуку для виробництва резинових матеріалів (шин коліс в автотранспорті, літакобудуванні), у якості транспортувальних стрічок для конвеєрів, для виробництва взуття та побутових виробів. Особливе застосування ізопренові каучуки знайшли у виробництві електроізоляційних резин, вакуумної техніки та штучних шкір.

Ще одним із видів синтетичних каучуків є карбоксилатні каучуки. Це синтетичні полімери, одержані процесом кополімеризації бутадієну з карбоновими кислотами. Здебільшого, використовують метакрилові кислоти. Одержані матеріали на основі саме такого карбоксилатного каучуку є стійкі до температур, мають високу адгезію до матеріалів. Зазвичай їх використовують у виготовленні клеїв, які в подальшому будуть наноситися для закріплення резини з металом. Його можна застосовувати і у вигляді латексу. Цей латекс використовують для просочування шин, паперу, текстильних виробів та волокон.

Силіційорганічні каучуки також знайшли своє застосування. Ще їх називають силіконовими каучуками. Це також синтетичні силіційорганічні полімери. Застосовують силіційорганічні полімери у виробництві покриттів для проводів та кабелів. У медицині їх застосовують у якості трубок для переливання крові.

Досить популярними є рідкі каучуки. Зазвичай вони є рідкими синтетичними олігомерами. Рідкі каучуки бувають бутадієновими, полісульфідними та силіційорганічними. Існують також і інші рідкі каучуки на полімерних основах. Своє застосування вони знайшли у виробництві клеїв та герметиків. Рідкі каучуки стійкі до корозійних процесів, тому їх використовують для антикорозійних покриттів. Як покриття їх також використовують для електроізоляції[8].

Як було сказано вище, синтетичний каучук знайшов застосування у виробництві штучних шкір. Адже, саме поєднання тканин та волокон, які мають задовільні механічні та формувальні властивості, з полімерним матеріалом, тобто плівкою полімеру, дає змогу одержати матеріал дуже схожий на натуральну шкіру.

З каучукових матеріалів одержують резинові покриття. Покриття на основі тканини з латексом називають кирзою. Це тришарова тканина, яку виготовляють на бавовняній основі. Після чого бавовну покривають шаром каучуку. Покриття одразу набуває чорного яскравого кольору, хоча на сьогодні кирзу забарвлюють у різноманітні кольори. Якісна штучна кирзова шкіра має рівномірне покриття та повністю профарбовані шви. Вона не тріскається за низьких температур і є досить еластичною[9].

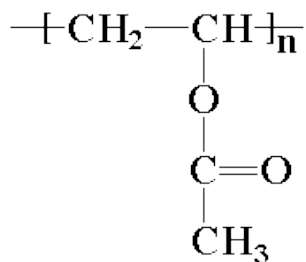
Ворсит – ще один із представників штучної шкіри. Ворсит одержують за допомогою пропитування щільної важкої тканини (вельветону) з лицевої сторони розчином з бензину та синтетичного каучука. Зазвичай використовують різноманітні добавки, наповнювачі, пігменти та зм'ягчувачі для покращення фізико-механічних властивостей штучної шкіри. Після додавання різноманітних «покращувачів» ворсит піддають сушінню, після чого відбувається тиснення під шкіру, подальша вулканізація та профарбовування уже готового матеріалу[11].

Кожен матеріал, з якого виготовляють штучну шкіру, має бути якомога пористий. Пористу структуру можна одержати завдяки різноманітним методам утворення пор. Тому, застосувавши пороутворювачі або скароставшись механічним вспінюванням, можна досягти бажаної структури матеріалу.

Найбільш застосовуваним методом для розробки нових штучних шкір є використання модифікованих полімерів або різноманітних композиційних матеріалів. Утворення плівки для формування штучної шкіри є невід'ємною складовою. Тому, щоб одержати новий матеріал, який повністю буде відповідати вимогам сучасного виробництва, необхідно використовувати неенергонебезпечні матеріали. Саме такими матеріалами є водорозчинні полімери. Вони володіють високою розчинністю та є нетоксичними. Такі полімери досить добре зв'язуються з каучуком, утворюючи композити.

Одним із полімерів, який утворює з каучуком незамінний композит, є полівінілацетат.

Полівінілацетат – це безколірна, прозора, без запаху та смаку речовина, що має нетоксичні властивості. Полівінілацетат (ПВА) має таку будову (2.4):



(2.4)

ПВА досить добре проявляє адгезію до різноманітних поверхонь, так само і плівки з полівінілацетатних дисперсій. Це пояснюється тим, що у структурному складі ПВА наявні збагачені киснем функціональні групи $\text{CH}_3\text{COO-}$. Ця речовина стійка до дії світла і є в'язкою, розчиняється у багатьох органічних та неорганічних розчинниках. Нагріваючи ПВА до 130°C , він розкладається, утворюючи оцтову кислоту. У промисловості найбільшого застосування зазнала полівінілацетатна емульсія.

Полівінілацетатна емульсія – це кінцевий продукт полімеризації вінілацетату у водному середовищі, під час якої застосовують емульгатори та ініціатори.

Як емульгатори під час емульсійної полімеризації використовують солі жирних кислот та інші речовини для змочування. Зазвичай використовують мила.

Також під час цього процесу використовують і ініціатори. Ініціаторами виступають водорозчинні пероксиди та активатори. Застосовують також речовини, які виконують захисну функцію. Це можуть бути розчинні у воді високомолекулярні колоїди, полівініловий спирт (ПВС) або метилцелюлоза. Реакція завжди відбувається в кислому середовищі, тому до реакції додають оцтову кислоту.

Полівінілацетатна емульсія є білою на колір і є досить в'язкою. Після висихання утворюється тверда, але непластична плівка. Для того, щоб надати

еластичності полівінілацетатній плівці вводять пластифікатори. Наприклад, дибутилфталат або трикрезилфосфат[12].

Завдяки властивостям ПВА та НК можна одержувати плівки з досить хорошими експлуатаційними характеристиками. Плівки із полівінілацетатної емульсії та каучуку мають ще більшу адгезію до поверхонь і є менш в'язкими. Використовуючи саме полівінілацетатну емульсію, можна одержати матеріали з такими властивостями, яких не можна одержати при використанні полімерів у блоці або розчини полімерів.

Під час процесу кополімеризації будь-якого полімеру з полівінілацетатною емульсією можна осадити досить дрібні частинки на волокнах або текстилі. Також можливе одержання пористих плівок завдяки механічному вспінюванню, використовуючи емульсію ПВА.

Полівінілацетат використовують в різноманітних галузях промисловості. Здебільшого, він необхідний для виробництва лаків, фарб та клеїв. З вище сказаного, застосовують для обробки штучних шкір, тканин та паперу. ПВА використовують і в розчинниках, наприклад, в лаках.

2.2. Реологічні методи дослідження полімерних матеріалів

Наука, що вивчає деформаційні властивості різноманітних полімерів, а розглядає також всі типи полімерних систем від твердих полімерів і до їх розчинів, називається реологією. Реологія відноситься лише до текучих систем. Це визначає, що залежно від течії полімеру і тиксотропічних властивостей, можна підібрати спеціальну полімерну систему для того чи іншого покриття.

Ця наука визначає будь-які залежності між напругою, в'язкістю та деформацією. Властивості та їх зміни таких матеріалів залежать і від часу. Звичайно, при механічних діях на композиційні матеріали, навіть ті, що знаходяться у розчинах або водному середовищі, змінюється їх фактична структура. Це дозволяє одержувати нові затребувані матеріали у промисловості[13].

Основні реологічні дослідження проводять на спеціально призначених приладах – реостатах. Яскравим представником є прилад «Reotest-2». Він досить практичний і часто застосовуваний дослідниками. Його легко використовувати у повсякденній роботі.

За допомогою цього приладу можна досліджувати властивості текучості полімерних систем з витримуванням усіх фізичних умов перебігу процесу. Можливе також фіксування кривих текучості у різноманітних діапазонах[14].

2.3. Діелектричні властивості полімерних композиційних матеріалів

Полімерні композиційні матеріали, так як і низькомолекулярні речовини, мають такі властивості, які виявляються у електричному полі. До таких властивостей здебільшого відносять електричну міцність, питомий електричний опір та діелектричну проникність. Всі ці параметри мають залежність від фізичних факторів, таких як температура, амплітуда напруги, умови експлуатації.

В залежності від хімічної будови полімерних композиційних матеріалів можливе визначення і діелектричних властивостей. Хімічна будова визначає обертання атомів в головних та бокових ланцюгах полімеру і тим самим дає змогу повністю охарактеризувати його з точки зору діелектричних властивостей[17].

Діелектрична проникність позначається літерою ϵ' і визначається відношенням ємності електричного конденсатора, який містить цю ж саму речовину, до ємності того ж конденсатора у вакуумі при певній частоті зовнішнього поля. Ця величина також тісно пов'язана із поляризацією. Пов'язана вона через виникнення деякого електричного моменту в одиниці об'єму діелектричного матеріалу, внесеного у електричне поле. Цей електричний момент дорівнює геометричній сумі моментів диполів, які входять у розглядувальний об'єм.

Диполі можуть бути різними, наприклад постійними або наведеними. Постійні диполі ще називають перманентними, а наведені – індукованими.

Загальна поляризація має у своєму складі деформаційну і дипольну поляризації. Але існують деякі значення діелектричних втрат, що позначаються $tg\delta$.

Ці втрати зумовлені енергією електричного поля, яка здатна до розсіювання у вигляді теплових потоків. Це явище називається дисипацією енергії.

Визначення діелектричної проникності та діелектричних втрат проводять на спеціальних приборах – мостах змінного струму.

Вимірювальний міст – це прилад для вимірювання діелектричних властивостей полімерних матеріалів. Дія цих приладів заснована на методі порівняння вимірюваної величини з показниковою величиною. Вони мають у своєму складі гальванометр, який вимірює зміну постійного струму, що подається на прилад.

Також розрізняють врівноважені прилади та неврівноважені. Врівноважені прилади є найбільш точними. Їх робота ґрунтується на нульовому методі. Неврівноважені прилади спираються на показники вимірюючого пристрою, який є проградуєваним у певних вимірюваних одиницях.

Зазвичай, використовують мости змінного струму типу Р-5010. Цей прилад видає досить точні результати вимірів, а самі значення одержуються за методом порівняння. Це дає змогу використовувати саме цей прилад як і в лабораторних приміщеннях, так і в промислових[18].

2.4. Теплофізичні властивості штучних шкір на основі композиційних полімерних матеріалів

Досить важливими характеристиками полімерних композиційних матеріалів є теплофізичні характеристики. Залежність теплофізичних властивостей матеріалів від хімічної будови полімеру, визначає якість та галузь застосування виробів з них.

Зазвичай теплофізичні властивості характеризуються теплопровідністю. Також він є важливим показником. Він показує можливість вирівнювати температуру завдяки передачі тепла від більш нагрітих до менш нагрітих ділянок. Коефіцієнт температуропровідності відповідає за теплоінерційні властивості полімерних матеріалів. А саме показує швидкість вирівнювання цієї ж

температури[19]. В свою чергу теплопровідність залежить від коефіцієнта теплопровідності та теплоємності самого матеріалу[20].

Теплоємність полімерних композиційних матеріалів, зокрема і штучних шкір, характеризує теплові ефекти (теплову інерцію). За правилом, матеріали, що мають більшу теплоємність маю більші теплозахисні властивості.

Як вище вказувалося, теплові параметри матеріалів характеризуються коефіцієнтом теплопровідності, що позначається λ і температуропровідністю, що позначається α . Також теплофізичні властивості залежать і від теплоємності C_p .

Всі ці параметри пов'язані між собою за співвідношенням 2.1:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot C_p}, \quad (2.1)$$

де ρ – густина матеріалу.

Теплоємність матеріалів повністю характеризує теплові властивості штучних шкір на основі полімерних композиційних матеріалів. Зміна температуропровідності у таких матеріалах зумовлена новою структурою молекул.

Найбільш використовуваним приладом для вимірювання теплопровідності є ІТ – λ – 400. Він призначений для декількох послідовних досліджень теплофізичних властивостей. Вимірювання засноване на методі монотонного нагрівання. Це дає можливість із одного експерименту одержати температурні залежності досліджуваного матеріалу. Для вимірювача теплопровідності характерне автоматичне регулювання температури. Також можливе швидке нагрівання та охолодження пристрою, що дає змогу точно та за короткий термін одержати результати вимірювань[19].

2.5. Дослідження механічних властивостей матеріалів

Композиційні матеріали, зокрема штучні шкіри, під час їх виготовлення та експлуатаційних моментів мають вплив різноманітних механічних факторів. Ці

фактори викликають деформаційні процеси, наприклад згин або тертя. Під час дії механічних сил, матеріал зазнає різного роду деформацій, що визначає його зносостійкість та здатність до формостійкості.

Основними показниками механічних властивостей є розривне навантаження, видовження при розриві, жорсткість, стійкість для згинання та тертя. Механічні характеристики залежать і від основного складу композиційного матеріалу. Наприклад, для штучних шкір важливим є те, які властивості має волокниста або пориста структура, від чого і залежать вище наведені показники.

Важливою характеристикою є також і еластичність матеріалу. Саме еластичність визначає стійкість до згинання та деформацій. Тому, обираючи той чи інший матеріал, потрібно звернути достатньо уваги саме на ці показники.

Деформаційні зміни матеріалів вимірюють на різноманітних установках. Однією з таких установок є ПЖУ-12М. За допомогою цього приладу визначають жорсткість матеріалів.

Він складається з навантажуючої приставки, вузлів навантаження. Прилад дає змогу точно зафіксувати зразок для більш правильного виходу результатів. Похибка вимірювань є мізерною, що не впливає на кінцевий результат експерименту[21].

Для того, щоб повністю охарактеризувати матеріал з точки зору механічних властивостей, застосовують прилади і для вимірювання стійкості до багаторазового згину. Цю величину визначають за допомогою приладу МІДП.

Установка дає змогу визначити стійкість до руйнування матеріалів, зокрема штучних шкір, при згині досліджуваного зразка. Для процесу визначення показника використовують зажими з постійним радіусом кривизни на заданий кут у різні сторони від його вертикального положення, тобто подвійний перегин. Досліджуваний зразок завжди повинен знаходитися у стані постійного розтягувального навантаження[22].

Зносостійкість є одним і основних показників щодо механічних властивостей матеріалів. Він визначає термін використання виробу з даного матеріалу і тим самим сферу застосування.

Для того, щоб визначити стійкість до стирання, тобто зносітійкість, використовують прилад ДІТ-М. Визначення стійкості відбувається за циклічним механізмом, під час якого матеріал, що досліджується повністю зазнає руйнування.

Для ефективної роботи приладу застосовують абразивні матеріали. Таким матеріалом найчастіше є сірошинельне сукно. Абразив повинен бути заправлений у п'яльця. Існують такі прилади з різним закріпленням досліджуваного матеріалу та абразивного волокна. Також можлива різноманітна частота обертання бігунків. Завдяки цьому можливе і різноманітність сомузупиняючого елемента при руйнуванні зразка і циклічність процесу загалом[19].

Для оцінювання здатності полімерних матеріалів до тертя використовують показник твердості. Відомо, що зносостійкість, тобто стійкість до стирання, є прямо пропорційною до твердості. Зазвичай використовують методику залежності твердості за Шором.

Для більш точного вимірювання показника твердості застосовують твердометр типу ТМ-2. Твердість на таких приладах вимірюється в умовних одиницях. За 100 умовних одиниць приймають твердість скла. Портативний прилад ТМ-2 досить простий у побудові і є компактним. Застосовується також дуже часто, адже випробування проводять швидко і легко, а результат досліджень визначають за манометром, що вбудований у пристрій.

2.6. Ергономічні характеристики полімерних композиційних матеріалів

Досліджуючи основні властивості полімерних композиційних матеріалів, основними досліджуваними характеристиками є і ергономічні. Ергономічні показники якості описують відповідність матеріалу щодо поєднання матеріалів у єдину систему, створивши новий, з новими властивостями предмет народного вжитку. Дослідження гігієнічних властивостей та поширення одержаного матеріалу є основною проблемою з точки зору ергономічних характеристик.

Здебільшого ці характеристики поширюються на матеріали, що експлуатуються в складних умовах. Для того, щоб визначити умови та сферу

застосування, потрібно визначити такі показники як паропроникність та вологопоглинання. Саме ці показники дають змогу визначити оптимальні умови використання виробів з полімерних матеріалів.

Паропроникність – одна із важливих характеристик для визначення умов експлуатації полімерних композиційних матеріалів. Завдяки пористій структурі полімерного матеріалу можна визначити кількість проходження пари через матеріал. Як відомо, проникність залежить від найбільш щільного шару матеріалу. Тому краще застосовувати багатошарові композиційні матеріали.

Зазвичай всі випробування проводять в ізотермічних умовах. Для проведення досліджень використовують ваговий метод. Визначають кількість пари води, що проходить через одиницю площі досліджуваного зразка за деякий час. Для цього використовують прилад, що містить ряд комірок, в яких проводять дослідження паропроникності шляхом нагрівання. Прилад дає змогу пропустити певну кількість водяної пари через досліджуваний зразок, який потім обов'язково зважують[23].

Досліджуючи паропроникність зразків, поряд визначають і гігроскопічність. Величина паропроникності здатна до регулювання завдяки структурі матеріалу, щільності та кількості шарів. А гігроскопічність, в свою чергу, визначається складом функціональних груп в полімерній матриці, тобто хімічною природою.

Гігроскопічність також залежить і від полярності ланцюгів макромолекул. Ця величина визначає можливість полімерних композиційних матеріалів поглинати водяну пару із атмосфери, навіть якщо вологість буде наближатися до 100 %.

Гігроскопічність матеріалів, зокрема штучних шкір, досліджують ваговим методом. Визначають кількість вологи, яку може поглинути досліджуваний зразок. Матеріал розміщують над водою на деякий проміжок часу. Температура проведення експерименту повинна бути приблизно 20 °C[24].

Гігроскопічність та паропроникність взаємопов'язані між собою величини. Але поряд з ними вимірюють ще один показник, такий як вологовіддача. Цей показник визначає здатність матеріалів віддавати водяну пару при сушінні за звичайних умов, тобто кімнатної температури, близько 8 годин. Вологовіддача

досить тісно пов'язана зі складом та будовою матеріалу. Тому, на час процесу сушіння впливає зв'язок вологи з полімерною матрицею.

Вологовіддачу також визначають ваговим методом. Досліджують кількість вологи, яку втрачає кожен із досліджуваних зразків, який попередньо зволожують. Умови проведення досліджень повинні бути стандартними. Тобто вологість повинна бути приблизно 65 %, а температура – близько 20 °C.

2.7. Висновок до розділу 2

1. Досить позитивними характеристиками та основним плюсом для латексів та каучуків є те, що завдяки їх особливій хімічній будові, порівнюючи з іншими плівкоутворюючими речовинами, вони є досить енергоємними.

Завдяки осадженню частинок на волокнах та механічному вспінюванню вони є особливими у застосуванні. Таким способом можна одержати пористі плівки на різноманітних тканинах та волокнах.

2. Найбільш застосовуваним методом для розробки нових штучних шкір є використання модифікованих полімерів або різноманітних композиційних матеріалів. Утворення плівки для формування штучної шкіри є невід'ємною складовою. Тому, щоб одержати новий матеріал, який повністю буде відповідати вимогам сучасного виробництва, необхідно використовувати енергонезатратні матеріали. Саме такими матеріалами є водорозчинні полімери. Вони володіють високою розчинністю та є нетоксичними. Такі полімери досить добре зв'язуються з каучуком, утворюючи композити.

3. Полівінілацетатна емульсія досить добре зв'язується з каучуком. Процес кополімеризації каучуку з ПВА емульсією є неенергозатратним та одержаний матеріал є нетоксичний. Використовуючи водорозчинні полімери, можливе застосування готових матеріалів у різноманітних галузях промисловості, таких як текстильна промисловість, лако-фарбова та клейова галузі.

Полівінілацетат використовують в різноманітних галузях промисловості. Здебільшого, він необхідний для виробництва лаків, фарб та клеїв. З вище

сказаного, застосовують для обробки штучних шкір, тканин та паперу. ПВА використовують і в розчинниках, наприклад, в лаках.

4. Одними із методів дослідження полімерних композиційних матеріалів є реологічні методи. Реологія як наука відноситься лише до текучих систем. Це визначає, що залежно від течії полімеру і тиксотропічних властивостей, можна підібрати спеціальну полімерну систему для того чи іншого покриття.

5. Полімерні композиційні матеріали, так як і низькомолекулярні речовини, мають такі властивості, які виявляються у електричному полі. Тому ще одним методом є дослідження діелектричної проникності матеріалів. До таких властивостей здебільшого відносять електричну міцність, питомий електричний опір та діелектричну проникність. Всі ці параметри мають залежність від фізичних факторів, таких як температура, амплітуда напруги, умови експлуатації. В залежності від хімічної будови полімерних композиційних матеріалів можливе визначення і діелектричних властивостей.

6. Досить важливими характеристиками полімерних композиційних матеріалів є теплофізичні характеристики. Залежність теплофізичних властивостей матеріалів від хімічної будови полімеру, визначає якість та галузь застосування виробів з них.

Зазвичай теплофізичні властивості характеризуються теплопровідністю. В свою чергу теплопровідність залежить від коефіцієнта теплопровідності та теплоємності самого матеріалу. Теплоємність полімерних композиційних матеріалів, зокрема і штучних шкір, характеризує теплові ефекти (теплову інерцію).

7. Композиційні матеріали, зокрема штучні шкіри, під час їх виготовлення та експлуатаційних моментів мають вплив різноманітних механічних факторів. Ці фактори викликають деформаційні процеси, наприклад згин або тертя. Під час дії механічних сил, матеріал зазнає різного роду деформацій, що визначає його зносостійкість та здатність до формостійкості.

Основними показниками механічних властивостей є розривне навантаження, видовження при розриві, жорсткість, стійкість для згинання та тертя. Механічні характеристики залежать і від основного складу композиційного матеріалу.

Наприклад, для штучних шкір важливим є те, які властивості має волокниста або пориста структура, від чого і залежать вище наведені показники.

8. Досліджуючи основні властивості полімерних композиційних матеріалів, основними досліджуваними характеристиками є і ергономічні. Ергономічні показники якості описують відповідність матеріалу щодо поєднання матеріалів у єдину систему, створивши новий, з новими властивостями предмет народного вжитку. Дослідження гігієнічних властивостей та поширення одержаного матеріалу є основною проблемою з точки зору ергономічних характеристик.

Здебільшого, ці характеристики поширюються на матеріали, що експлуатуються в складних умовах. Для того, щоб визначити умови та сферу застосування потрібно визначити такі показники як паропроникність та вологопоглинання. Саме ці показники дають змогу визначити оптимальні умови використання виробів з полімерних матеріалів.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні аспекти одержання модифікованих зразків та їх дослідження

Для дослідження полімерних композиційних матеріалів для штучних шкір одержують композит на основі натурального латексу та полівінілацетату. Натуральний латекс використовували, що виготовлений в країні Малайзія, а полівінілацетат – українського виробника заводу «Азот».

Синтез проводили під витяжкою за нормальної температури, приблизно 20°C. Для змішування натурального латексу з полівінілацетатом використовували скляні ємності. Можна використовувати посуд і з антикорозійним покриттям. Тому в скляну колбу, місткістю 500 *мл*, додали натуральний каучук, приблизно 100 *г*. Після чого додали 5 *г* полівінілацетату (полівінілацетатну емульсію).

До колби приєднали механічну мішалку зі змінною частотою обертання в межах 30 – 40 *об/хв*. Час перемішування суміші складав 50 *хв*. При цьому суміш стала однорідною і мала білий колір. Суспензія, яку одержали, не розшаровувалася.

Після одержання суспензії, розпочали процес вулканізації. Для цього взяли зразки з різним вмістом ПВА та НК та додали 3 % сірки. Витримуючи у сушильній шафі 15 *хв* за температури 125 °C, були одержані вулканізовані зразки, які мали тверду цілісну структуру.

Для проведення дослідження було проведено чотири експерименти. Співвідношення натурального каучуку та полівінілацетату склали: 95:5 *мас.%,* 85:15 *мас.%,* 60:40 *мас.%,* 40:60 *мас.%.*

3.2. Аналіз експериментальних результатів дослідження

3.2.1. Дослідження реологічних властивостей композиту

При дослідженні композиційної системи каучук-полівінілацетат використовували прилад під назвою Reotest-2, що має градієнт зсуву від 1 c^{-1} до 437 cm^{-1} . Вміст досліджуваних полімерів складав: 95:5 мас.%, 85:15 мас.%, 60:40 мас.% та 40:60 мас.%.

Реологічні дослідження показують, що залежно від граничної напруги τ , досить помітний спад в'язкості. Це підтвердили дослідження для всіх досліджуваних зразків. В таблиці 3.1 наведена залежність в'язкості від швидкості зсуву та вмісту полівінілацетату і натурального латексу у досліджуваних зразках.

Таблиця 3.1

Залежність в'язкості від граничної напруги для композиту натуральний
каучук – полівінілацетат

№ зразка	НК:ПВА	$\eta, \text{Па}\cdot\text{с}$	$Dr(i), \text{c}^{-1}$
1	95:5	180	4,2
2	85:15	390	6,7
3	60:40	600	9,9
4	40:60	910	16,0

Результати досліджень показують, що в'язкість зменшується зі зменшенням концентрації ПВА в композиті, а напруга зсуву відповідно буде збільшуватися.

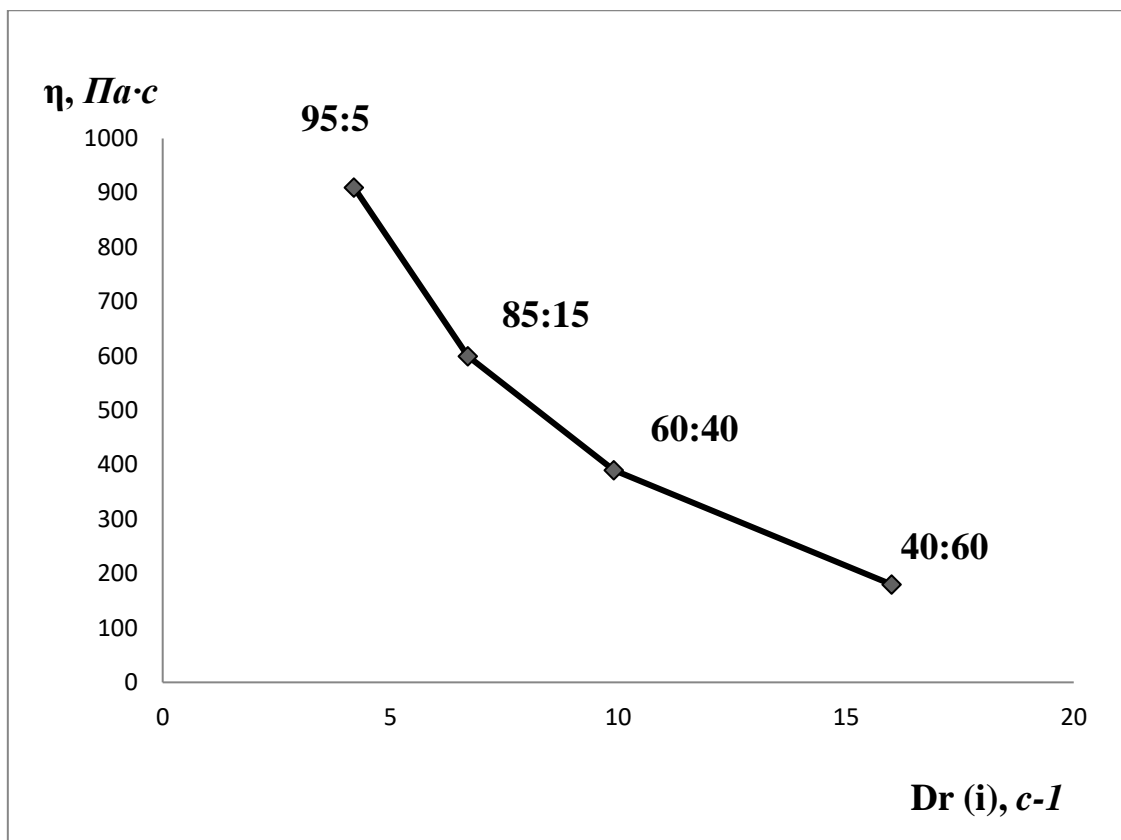


Рис. 3.1. Залежність в'язкості від швидкості зсуву за різного вмісту ПВА в полімерному композиційному матеріалі

Співвідношення в'язкості полімерів композиту регулюють декількома способами. Одним із них є зміна молекулярної маси композиту. Цього можна досягти, ввівши пластифікуючу речовину у полімерну матрицю.

Одержані експериментальні дані показують, що в полімерній композиції полівінілацетат-каучук основне місце мають реологічні властивості. Вони показують, що, збільшуючи швидкість зсуву та напругу зсуву, буде зменшуватися в'язкість композиційного матеріалу. Тиксотропічні властивості будуть стабільними за вмісту ПВА приблизно від 20 мас.% до 40 мас.%. Це пояснюється наявністю неперервної фази у композиті. Звичайно, у системі полівінілацетат-каучук обидві фази є неперервними.

3.2.2. Дослідження діелектричних властивостей одержаних композиційних матеріалів

Композиційні полімерні матеріали здатні збирати електростатистичні заряди. Тому дослідження діелектричних властивостей має важливе значення для розробки нових композиційних матеріалів.

Діелектрична проникність позначається літерою ε' . Її обчислюють за допомогою відношення ємності електричного конденсатора, що містить досліджувану речовину, до ємності такого ж конденсатора у вакуумі, що має певну частоту зовнішнього поля[25].

Діелектрична проникність досить тісно пов'язана з поляризацією. Поляризація характеризується виникненням деякого електричного моменту в одиниці об'єму діелектрика. Діелектрик обов'язково внесений в електричне поле. Електричне поле повинне дорівнювати геометричній сумі моментів диполів, що входять в досліджуваний об'єм[26].

Для того, щоб дослідити діелектричну проникність у полімерній композиції полівінілацетат-каучук, суміш полімерів вулканізували за температури 130 °С. Вулканізація відбувалася під дією сірки, яку додали до композиту у кількості 5%. Товщини плівок, що досліджувалися, були приблизно 0,8 мм.

Діелектричну проникність досліджували завдяки мосту змінного струму Р-5010. Частота коливань мосту становила 1000 Гц. Сама величина була розрахована (рівняння 3.1) за допомогою електроємності в конденсаторі C_o і в досліджуваному зразку C_λ :

$$\varepsilon' = \frac{C_\lambda}{C_o} \quad (3.1)$$

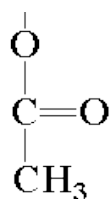
У таблиці 3.2 зображені результати досліджень композиційного матеріалу за різного співвідношення полімерів.

Залежність діелектричної проникності для композиту натуральний
каучук – полівінілацетат від концентрації ПВА

№ зразка	$C_{ПВА}, \text{мас.}\%$	$\epsilon', \text{у.о.}$
1	5	2,86
2	15	2,93
3	40	3,08
4	60	3,20

Результати досліджень показують, що, збільшуючи концентрацію полівінілацетату у полімерній композиції, буде збільшуватися і діелектрична проникність. Хоча ця величина збільшується незначно. Зміна діелектричної проникності не перевищує 8 % (рис. 3.2). Це визначає, що вихідні компоненти є досить хорошими діелектриками.

Це можна пояснити наявністю функціональних груп



Хоч і ацетатна група є полярною, збільшення діелектричних властивостей зумовлене тепловими втратами.

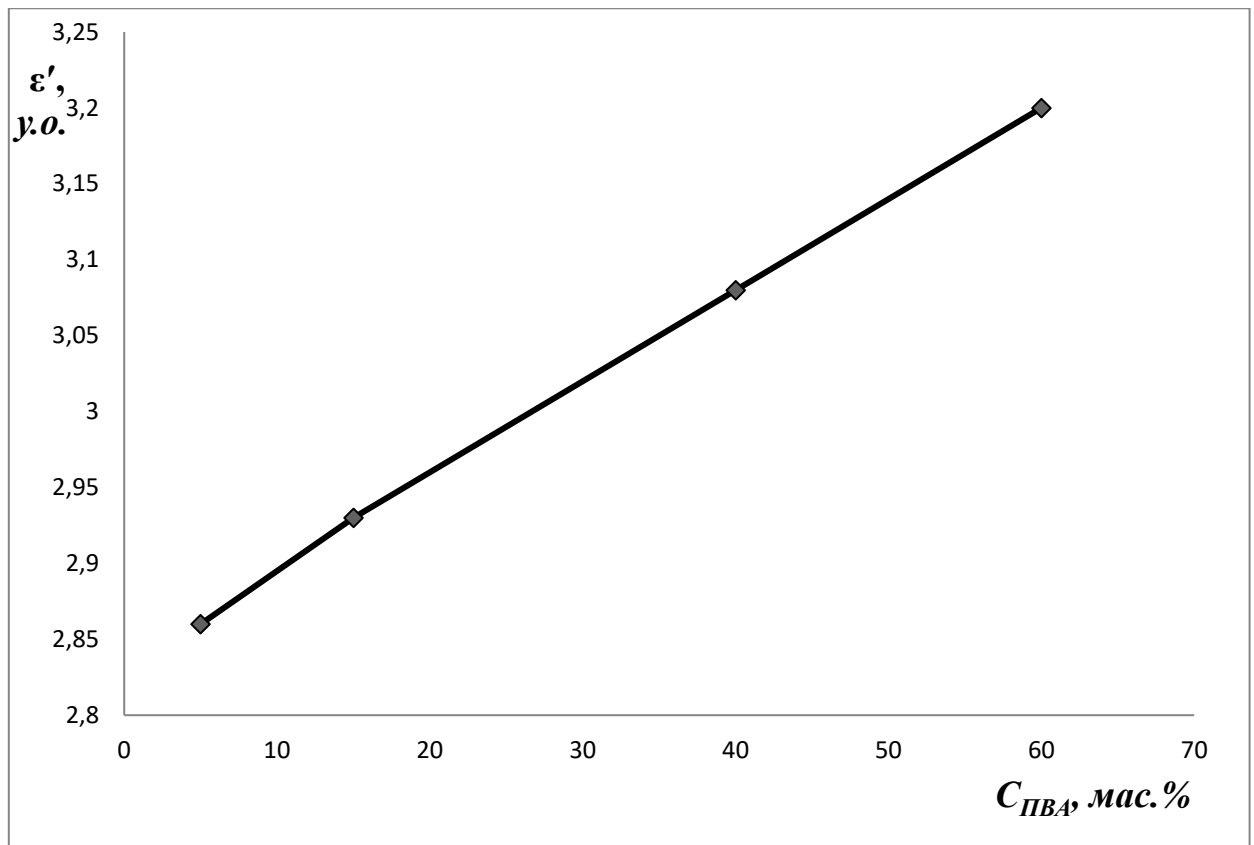


Рис. 3.2. Залежність діелектричної проникності композиту

Зростання діелектричної проникності зумовлено енергією електричного поля. Ця енергія розсіюється в діелектрику і має вигляд теплоти. Цей процес ще називають дисипацією енергії.

Дослідження теплофізичних параметрів композиційної системи полівінілацетат-каучук.

Теплофізичні параметри повністю залежать від хімічної будови полімерів[27].

Досліджуючи композиційну систему полівінілацетат – каучук, було встановлено залежності теплоємності та температуропровідності від вмісту полімерів у композиційному матеріалі[28].

Для проведення дослідження були виготовлені зразки з різним вмістом ПВА та каучуку відповідно.

Полівінілацетат та каучук істотно відрізняються хімічними властивостями та будовою, тому дослідження відбувалося за кімнатної температури та до температури-

ри 80 °С. Для дослідження теплофізичних параметрів були визначені величини теплоємностей та коефіцієнтів теплопровідності для досліджуваних зразків з різними концентраціями ПВА. Показники вимірювань були одержані за допомогою приладу ІТ – λ – 400. Результати досліджень наведені в таблиці 3.3.

Залежність теплоємності композиційної системи полівінілацетат – каучук від зміни температури

Концентрація ПВА, мас. %	$C_p \cdot 10^2 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ за температури, °C					
	30	40	50	60	70	80
5	23,1	24,4	24,9	25,9	27,6	29,0
15	19,7	20,7	23,9	24,3	26,1	25,6
40	15,7	19,2	20,1	20,7	21,0	22,0
60	14,9	19,9	21,0	21,6	22,3	23,2

За одержаними результатами (рис. 3.3) встановлено, що температура впливає на теплоємність. А саме відбувається збільшення і надалі зменшення температури з різним вмістом ПВА.

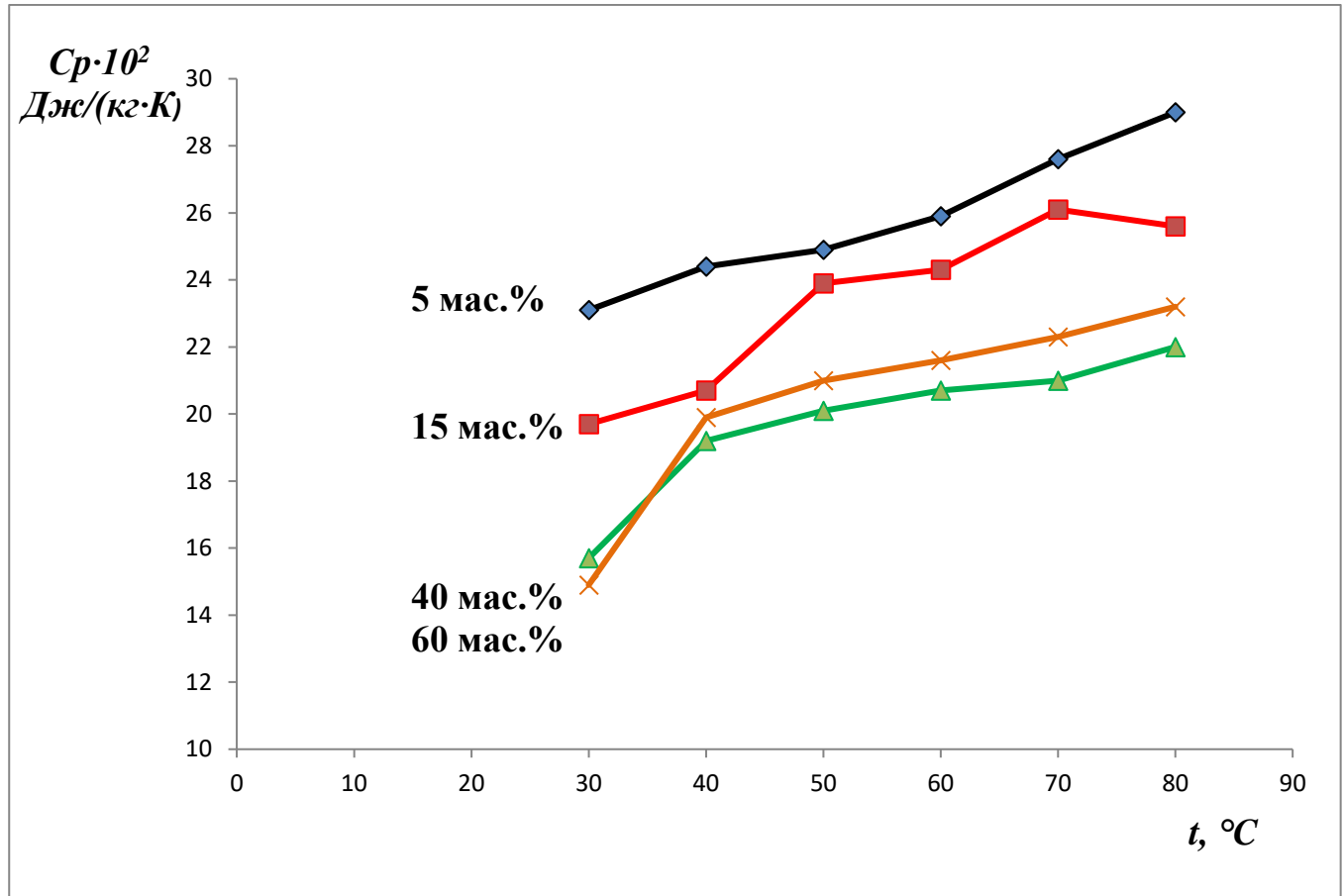


Рис. 3.3. Залежність теплоємності композитного матеріалу полівінілацетат – каучук від збільшення температури

Зміни теплоємності можна пояснити наявним ефектом плавлення і з наявною структурою досліджуваного композиту, яка є неоднорідною. Макромолекулярні ланцюги досліджуваного матеріалу є також неоднорідними.

Досліджуючи коефіцієнт теплопровідності, спостерігалось спочатку його зростання при збільшенні температури, а потім спад.

Ця закономірність для всіх досліджуваних зразків з різними концентраціями представлена у вигляді таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Залежність теплопровідності композиційної системи полівінілацетат – каучук від зміни температури

Концентрація ПВА, мас. %	$\lambda \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ за температури, °C					
	30	40	50	60	70	80
5	9,4	10,5	11,4	11,7	12,9	13,1
15	9,5	10,9	11,5	12,2	12,7	12,9
40	9,0	10,2	10,7	11,9	12,0	12,4
60	9,4	11,1	11,2	12,0	13,3	13,9

За одержаними результатами (рис. 3.4) встановлено, що теплопровідність зі збільшенням концентрації ПВА починає зростати приблизно біля 90 °С. Це зумовлено структурною зміною полімерів завдяки збільшенню функціональних груп полівінілацетату. Такі показники дають змогу обрати більш підходящий матеріал для певного температурного інтервалу.

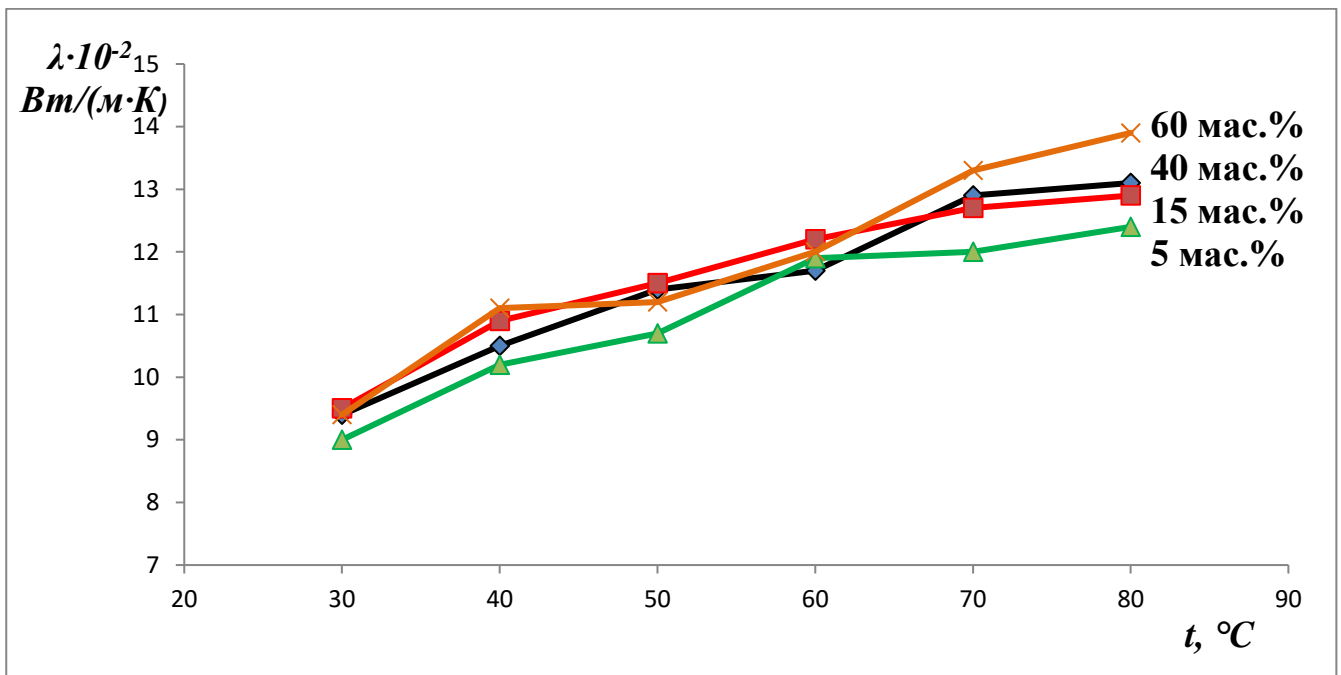


Рис. 3.4. Залежність тепровідності копозиційного матеріалу полівінілацетат – каучук від збільшення температури

В залежності від вмісту ПВА в композиті, можна встановити залежність зростання показників теплоємності та коефіцієнта теплопровідності від збільшення температури. Концентрація ПВА досліджених композиційних матеріалів у кількості від 15 мас.% і до 40 мас.% є найстабільнішими.

3.2.3. Дослідження механічних властивостей композиту на основі полівінілацетату та каучуку

Для того, щоб дослідити здатність композиційного матеріалу до тертя, дослідженням стала твердість. Від твердості буде залежати зносостійкість та термін експлуатації готового виробу.

Використовуючи прилад, який називається дюрометром (тип D), було досліджено за певний інтервал часу вплив твердості HB на величину зносу. Зразки, товщиною 8 мм, за сталого тиску P та числа впливів на досліджувані матеріали n піддали багаторазовому вдавлюванню.

Відповідно, з залежності твердості за Шором зі збільшенням концентрації полівінілацетату у композиційному матеріалі буде збільшуватися і твердість (табл. 3.5).

Твердість напряду залежить від зносу J за наведеним співвідношенням:

$$J \approx \frac{P}{nHB}. \quad (3.1.)$$

Ця залежність дає змогу проаналізувати вплив твердості на величину зносу[29].

Дослідження підтвердило, що за збільшення концентрації полівінілацетату для досліджуваних зразків, буде спостерігатися зменшення показника зносу (рис. 3.5). Так як наявне збільшення цього ж полімеру призводить до підвищення механічної стійкості даної полімерної композиції.

Залежність твердості за Шором для композиту натуральний
каучук – полівінілацетат від концентрації ПВА

№ зразка	$C_{ПВА}$, мас. %	Твердість за Шором, у.о.
1	5	36
2	15	38
3	40	62
4	60	93

Дослідивши саме твердість, можна сказати, що досліджуваний композиційний матеріал можна застосовувати в умовах підвищеної жорсткості та зносостійкості. Адже, завдяки своїм властивостям, а особливо механічним, ці матеріали є зносостійкими та довговічними, що і показало дослідження.

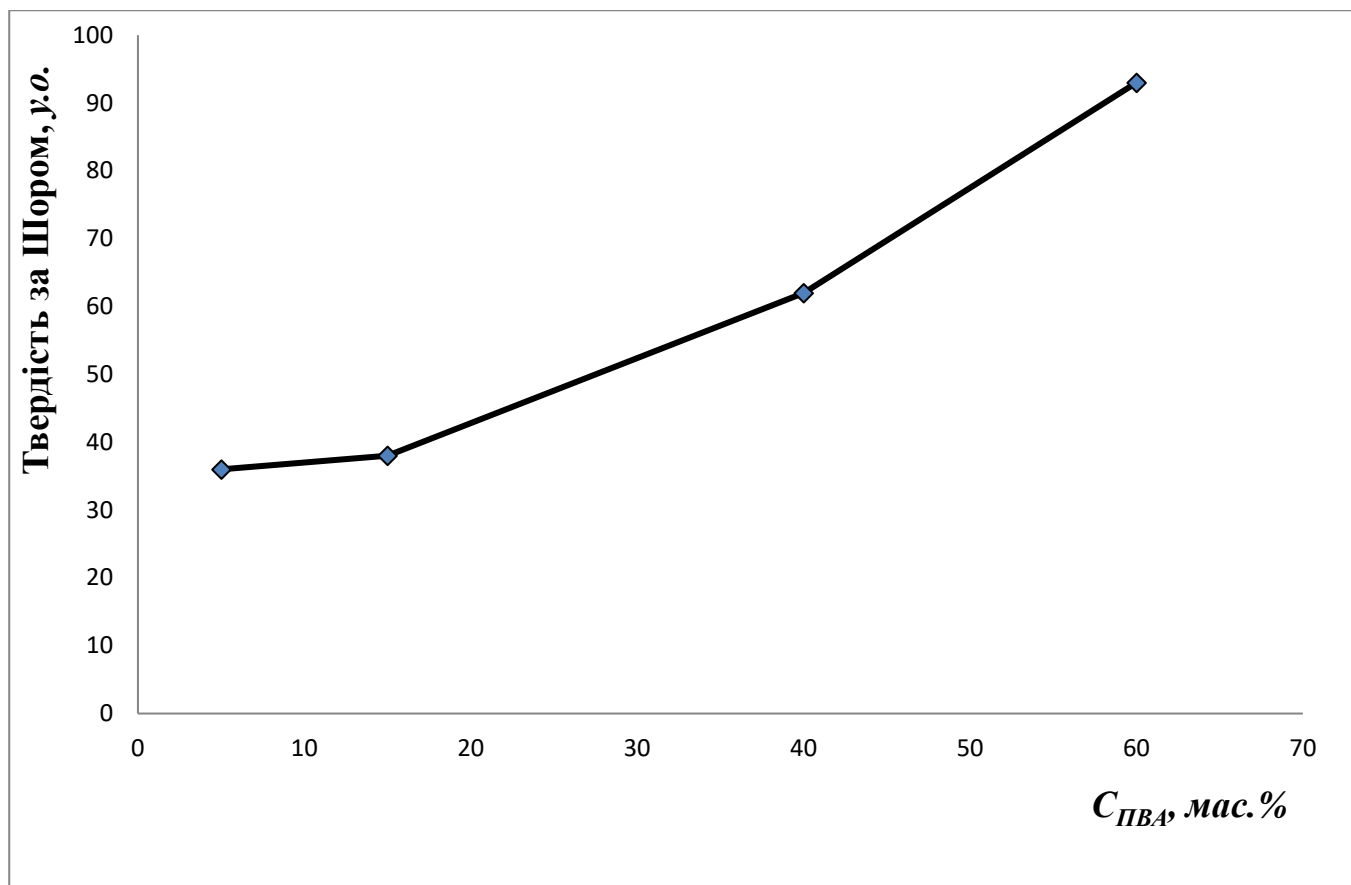


Рис. 3.5. Залежність твердості за Шором композиційного матеріалу полівінілацетат – каучук від концентрації полівінілацетату

3.2.4. Дослідження ергономічних властивостей системи полівінілацетат – каучук

Важливим показником для композиційного полімерного матеріалу на основі полівінілацетату та каучуку є гігроскопічність. Вона характеризує кількість поглинання води із атмосфери[30].

Для дослідження показника гігроскопічності було відібрано 4 зразки з різними концентраціями ПВА. Перед проведенням досліджень зразки зважили на аналітичних вагах. Дослід проводили за температури 20 °C, використовуючи ексикатор. В ексикаторі з водою кімнатної температури помістили зразки на фарфорову підставку. Досліджувані зразки витримували 16 год. Після чого кожен із зразків зважили, визначивши за формулою показник гігроскопічності G :

$$\Gamma = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100 \%, \quad (3.2)$$

де m_1 - маса зразка після зважування, г;

m – маса зразка до зважування, г.

У табл. 3.6 наведені експериментальні дані гігроскопічності для досліджуваних зразків.

Таблиця 3.6

Залежність гігроскопічності для композиційної системи
каучук – полівінілацетат від концентрації ПВА

№ зразка	$C_{ПВА}$, мас. %	Γ , %
1	5	10,8
2	15	13,4
3	40	15,0
4	60	18,9

Гігроскопічність залежить від наявності полярних груп у матеріалі, та також залежить від хімічної природи матеріалу. На рис. 3.6 показана залежність гігроскопічності від наявності полярних груп у композиті. З вище вказаних результатів дослідження видно, що зі збільшенням вмісту ПВА зростає і показник гігроскопічності.

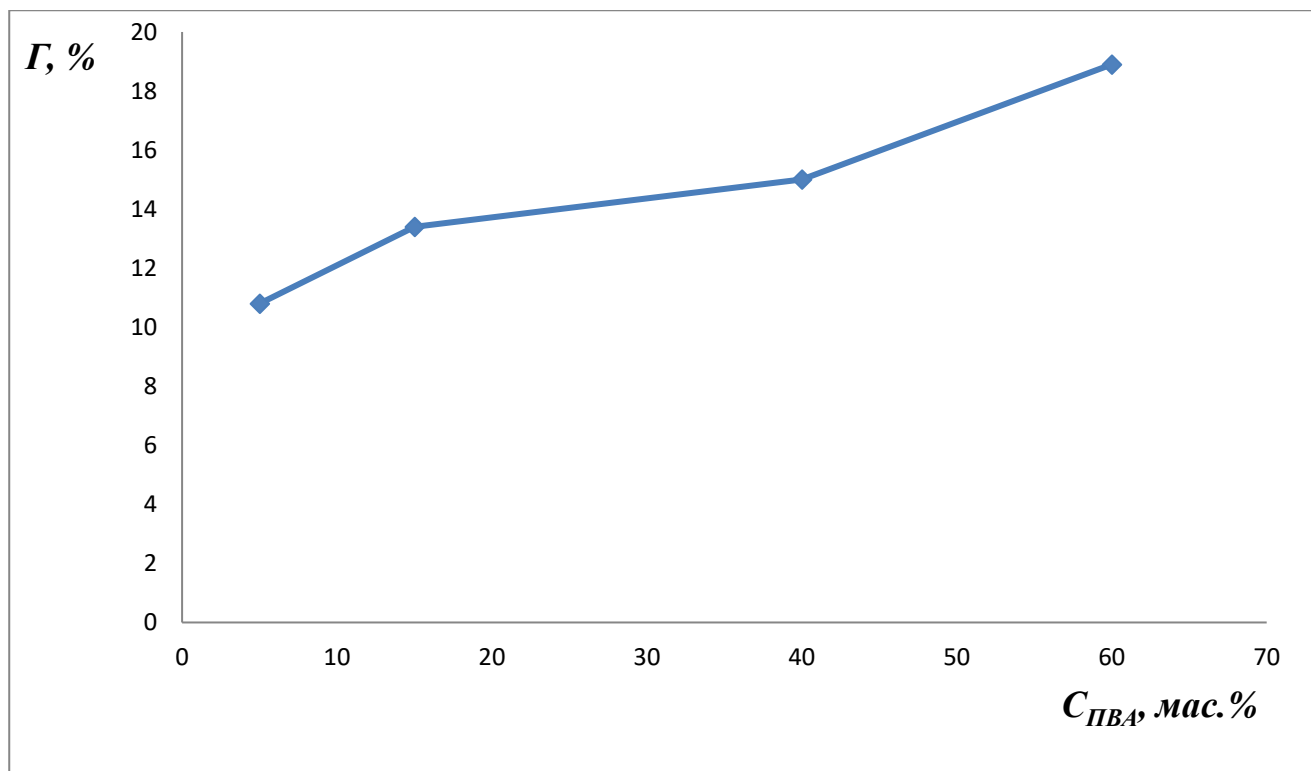


Рис. 3.6. Залежність гігроскопічності композиційного матеріалу полівінілацетат – каучук від концентрації полівінілацетату

Показник гігроскопічності також залежить і від поверхні матеріалу. Але найбільше ця залежність підтверджується полярністю ацетатних груп, які є наявними у полівінілацетаті, так як каучук має неполярну структуру.

3.3. Висновок до розділу 3

1. Одержані експериментальні дані показують, що в полімерній композиції полівінілацетат – каучук основне місце мають реологічні властивості. Реологічні дослідження показують, що залежно від граничної напруги, досить помітний спад в'язкості. Це підтвердили дослідження для всіх досліджуваних зразків.

Вони показують, що, збільшуючи швидкість зсуву та напругу зсуву, буде зменшуватися в'язкість композиційного матеріалу. Тиксотропічні властивості будуть стабільними. Це пояснюється наявністю неперервної фази у композиті. Звичайно, у системі полівінілацетат-каучук обидві фази є неперервними.

2. Композиційні полімерні матеріали здатні збирати електростатистичні заряди. Тому дослідження діелектричних властивостей має важливе значення для розробки нових композиційних матеріалів.

Результати досліджень показують, що, збільшуючи концентрацію полівінілацетату у полімерній композиції, буде збільшуватися і діелектрична проникність. Хоча ця величина збільшується незначно. Зміна діелектричної проникності не перевищує 8%. Це визначає, що вихідні компоненти є досить хорошими діелектриками.

3. Теплофізичні параметри повністю залежать від хімічної будови та природи полімерів. Досліджуючи композиційну систему полівінілацетат – каучук, було встановлено залежності теплоємності та температуропровідності від вмісту полімерів у композиційному матеріалі.

Зміни теплоємності можна пояснити з наявним ефектом плавлення і з наявною структурою досліджуваного композиту, яка є неоднорідною. Макромолекулярні ланцюги досліджуваного матеріалу є також неоднорідними.

В залежності від вмісту ПВА в композиті, можна встановити залежність зростання показників теплоємності та коефіцієнта теплопровідності від збільшення температури. Концентрація ПВА досліджених композиційних матеріалів у кількості від 15 мас.% і до 40 мас.% є найстабільнішими.

4. Дослідження підтвердило, що за збільшення концентрації полівінілацетату для досліджуваних зразків, буде спостерігатися зменшення показника зносу. Так як наявне збільшення цього ж полімеру призводить до підвищення механічної стійкості даної полімерної композиції.

Дослідивши саме твердість, можна сказати, що досліджуваний композиційний матеріал можна застосовувати в умовах підвищеної жорсткості та зносостійкості. Адже, завдяки своїм властивостям, а особливо механічним, ці матеріали є зносостійкими та довговічними, що і показало дослідження.

5. Гігроскопічність залежить від наявності полярних груп у матеріалі, та також залежить від хімічної природи матеріалу. За результатами дослідження видно, що зі збільшенням вмісту ПВА зростає і показник гігроскопічності.

Показник гігроскопічності також залежить і від поверхні матеріалу. Але найбільше ця залежність підтверджується полярністю ацетатних груп, які є наявними у полівінілацетаті, так як каучук має неполярну структуру.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час виконання досліду було задіяно чимало шкідливих та небезпечних для організму речовин. Тому необхідним є розробка заходів з охорони праці та дослідження негативної дії шкідливих чинників.

Дослідження було проведено у лабораторії кафедри хімії і хімічної технології Національного авіаційного університету.

Експериментальна частина була виконана з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки[31].

4.1. Аналіз умов праці

4.1.1. Організація робочого місця

Експериментальна частина одержання композиційної системи полівінілацетат – каучук була проведена у лабораторії Національного авіаційного університету. Приміщення є спеціально обладнаним. У ньому знаходиться три сушильних шафи та спеціальні установки для проведення дослідів.

Розміри приміщення: довжина – 9,5 м, ширина – 3,0 м, висота – 3,0 м. Відповідно, об'єм кімнати становить $85,5 \text{ м}^3$.

Згідно нормативної документації, кількість робочих місць має бути не менше двох, адже площа для одного робочого місця повинна бути не менше ніж $4,5 \text{ м}^2$. Об'єм приміщення повинен бути не менше 15 м^3 .

Під час проведення досліду можливе ураження організму шкідливими або токсичними речовинами.

Завдати шкоди дихальним шляхам можна від можливої загазованості повітря робочої зони шкідливими речовинами: рідинними, аерозольними, токсичними, подразнюючими[32].

Приміщення, в якому виконувалися дослідження оснащене трьома витяжними шафами, лабораторним устаткуванням та електронними приладами для

вимірювання показників. Також поруч з витяжними шафами знаходиться умивальник.

4.1.2. Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників

Під час виконання роботи були застосовані такі речовини, як: натуральний каучук, дисперсія полівінілацетату.

До шкідливих речовин, що знаходяться у повітрі робочої зони (лабораторії) відносять такий перелік шкідливих речовини: оксид азоту, бензин, ацетон, фенол, луги їдкі та інші речовини.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 приміщення має категорію за важкістю робіт середню.

Особливо, шкідливі речовини виділяються під час завершення технологічного процесу та після процесів вулканізації, якщо застосовують каучуки та їх похідні. Уже по закінченню процесів охолодження та формування готового виробу, концентрація шкідливих речовин починає зменшуватися.

4.1.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників

4.1.3.1. Мікроклімат робочої зони

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлоги та стелі), технологічного устаткування, навантажених поверхонь технологічного устаткування, захисних конструкцій не виходить більш ніж на 2 °C за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт.

Для того, щоб забезпечити оптимальний процес одержання того чи іншого матеріалу, необхідно контролювати показники температури та вологості. Температура усіх поверхонь, включаючи стіни, підлогу та стелю, не виходить за межі дозованих температур для даної категорії робіт. Оптимальною температурою є 22 °C – 24 °C. Відносна вологість приміщення має бути в межах 40 % – 60 %.

Показники температури та відносної вологості у лабораторіях вимірюють на висоті 1,5 м від підлоги за умови, що робота виконується стоячи. Якщо роботу викинуть сидячи, то ці ж показники вимірюють на висоті 1,0 м від підлоги[34].

Важливо, щоб повітря мало певний йонний склад. Як відомо, повітря має у своєму складі негативні і позитивні йони, які бувають легкі, середні і важкі. Важкі йони починають утворюватися в результаті осадження легких йонів у вигляді пилу або краплинок води. В незабрудненому повітрі переважно знаходяться легкі йони, а в забрудненому містяться важкі[35].

В таблиці 4.1 наведені санітарні норми допустимих та оптимальних значень параметрів мікроклімату лабораторії на підприємстві[33].

Таблиця 4.1

Значення допустимих та оптимальних значень параметрів мікроклімату лабораторії на підприємстві

Період року	Температура, °C		Відносна вологість (%) на робочих місцях		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична
Холодний	21-23	15	58-38	54	0,1	0,2
Теплий	22-24	21	58-38	51	0,1	0,2

4.1.3.2. Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні[39].

Речовин, які не мають ГДК, мають обов'язково встановлені орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ). Вміст шкідливих речовин у повітрі, яке знаходиться у приміщенні не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

За ступенем можливої дії на організм людини згідно з ГОСТ 12.1.007 перераховані вище речовини відносяться в інтервалі від другого класу шкідливості до четвертого класу шкідливості.

Нижче наведені ГДК для основних шкідливих речовин, що знаходяться у повітрі робочої зони. Наприклад, оксиди азоту – 5 мг/м^3 (3 клас), бензин – 300 мг/м^3 (4 клас), ацетон – 200 мг/м^3 (4 клас), фенол – $0,3 \text{ мг/м}^3$ (2 клас), лути їдкі – $0,5 \text{ мг/м}^3$ (2 клас).

Під час одержання матеріалів, повітря робочої зони може забруднюватися пилом. Наслідки негативного впливу виробничого пилу на організм людини залежать від його фізичних та хімічних властивостей, токсичності, дисперсності та також концентрації[36].

Токсичні речовини можуть впливати на головні системи організму: кровоутворюючу та імунну, центральну нервову систему, опорно-руховий апарат, серцево-судинну і дихальну системи, шлунково-кишковий тракт.

Як відомо, атмосферне повітря містить: 78 % азоту, 21 % кисню, 0,03 % вуглекислого газу та різноманіття інертних газів. У свою чергу, в чистому повітрі є шкідливі гази, які згубно впливають на живий організм.

Повітря може бути як чистим, так і забрудненим. Чисте повітря не забруднене твердими, рідкими та газоподібними речовинами, які змінюють його природний склад[34].

4.1.3.3. Природне та штучне освітлення

Для того, щоб забезпечити оптимальні умови проведення досліджень у лабораторії застосовують окрім природного світла ще й штучне.

Контроль наявності штучного освітлення дає змогу забезпечити оптимальну роботу на лабораторних установках та під час заповнення документації.

Штучне освітлення повинно бути в усіх приміщеннях, де не вистачає природного світла, а також для освітлення приміщень під час темного періоду доби. Під час ввімкнення штучного освітлення необхідно забезпечити необхідні гігієнічні умови для зорової роботи і враховувати затрати.

В лабораторії знаходиться 4 світильники, розміром 0,5х0,5 м, що є джерелом штучного освітлення, та вікно, розміром 2,5х2,0 м, що є джерелом природного освітлення.

Показник освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується ДБН В.2.5-28-2006 і визначається характеристикою зорової роботи. Приміщення, в якому проводилися дослідження та одержання композиційного матеріалу, має II розряд зорової роботи та дуже високої точності.

4.2.1. Нормалізація робочої зони

Для того, щоб повністю нормалізувати мікроклімат та чистоту повітря робочої зони необхідно використовувати нові вдосконалені пралади для проведення процесу. Це доможе знизити тепловиділення і надходження шкідливих речовин у повітря.

Під час проведення досліджень також виконавець повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту, згідно затверджених норм (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Засоби індивідуального захисту для виконання експерименту в лабораторних умовах

Найменування	Кількість, шт.	Строк носіння, місяців
Халат з довгим рукавом та манжетом	2	12
Рукавички	1	1
Головний убір	1	12
Сабо (взуття) шкіряні	1	12
Під час аналізу з використанням лугів, кислот, розчинів, реактивів додатково		
Фартух з нагрудником	1	12
Рукавички	1	1
Окуляри захисні закриті або щиток захисний прозорий	1	12
<i>При роботі з метиловим спиртом</i>		
Фільтруючий протигаз, марки БКФ (коробка захисного кольору з білою вертикальною смугою), або марки А (коробка коричневого кольору)	2	6

Усі розчини повинні мати маркувальні надписи. Вони мають бути закритими, знаходитися в спеціальному посуді та зберігатися в спеціально відведеному місці. Перед початком роботи потрібно ознайомитись з сертифікатами безпеки на кожен хімічний речовину.

4.2.2. Електробезпека

Лабораторія за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом відноситься до класу підвищеної небезпеки. Це пояснюється наявністю струмопровідних елементів, які виготовлені з металу або досить хороших діелектриків.

У приміщенні можливе ураження електричним струмом під час проведення досліджень, так як для цього застосовували електричні прилади. В лабораторії знаходяться такі електричні прилади, як сушильна шафа, витяжна шафа, термостат, електрична мішалка.

Вони можуть бути пошкодженими та неізольованими. Також можливий контакт приладів з вологою з подальшим замиканням фази.

Для правильної роботи з електроприладами необхідно дотримуватися правил правильного використання електротехнічних засобів.

Суворо забороняється торкатися електрообладнання мокрими руками. Штепсельні розетки та вилки повинні відповідати напрузі даної мережі. Не можна застосовувати саморобні побутові прилади.

Усі прилади повинні відповідати нормативно-технічній документації. Не можна працювати на незаземленому або несправному електрообладнанні. Також заборонено знімати та блокувати захисні пристрої обладнання. Не дозволяється виконувати роботи за їх несправності.

4.3. Пожежна безпека

В лабораторії небезпечними вогнезаймистими елементами пластикові підвіконники, витяжні шафи, дерев'яні столи та стільці, пофарбовані електроприлади та елементи декору.

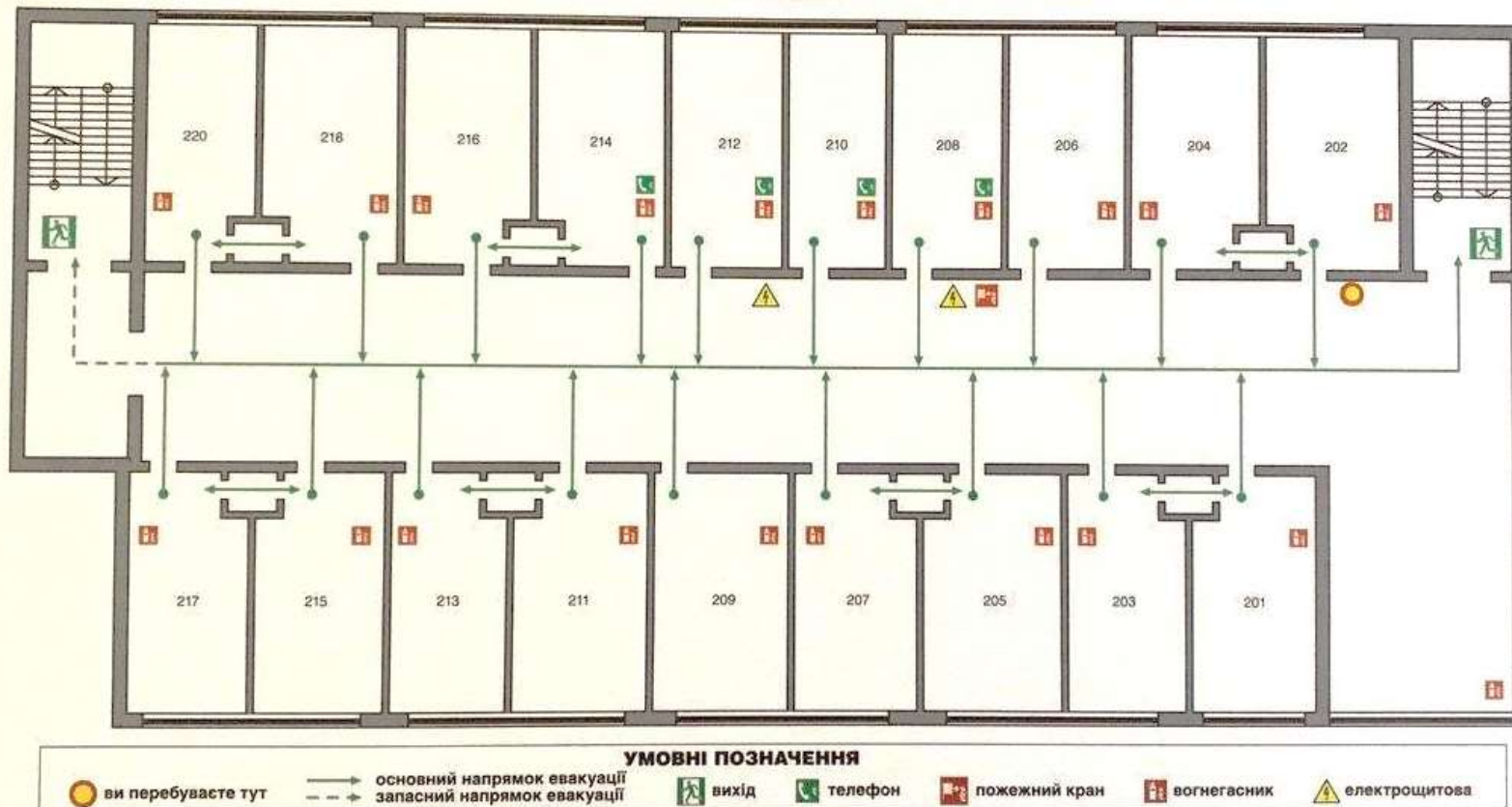
Відповідно до СНІП 2.09.02-85, лабораторне приміщення відноситься до категорії Г та II ступеня вогнестійкості[40].

В лабораторії знаходяться два вогнегасники та відро з піском, як первинні засоби гасіння пожежі. Ці засоби на стінах не вище ніж 1,5 м від підлоги і не менше ніж 1,2 м до дверей.

Якщо пожежа незначна, необхідно за допомогою первинних засобів гасіння пожежі здійснити знешкодження вогню. Якщо, все-таки, самотужки нічого не можна зробити, необхідно діяти за вказівками. Під час пожежі виконавець повинен обов'язково негайно повідомити про пожежу оперативно-рятувальну службу цивільного захисту по телефону. Після чого потрібно спокійно розпочати підготовку до евакуації за планом евакуації (рис. 4.1, 4.2), зібравши всі необхідні речі. План евакуації зазвичай знаходиться на кожному поверсі будівлі. Приміщення, в якому проводився дослід, є двоповерховим.

ПЛАН-СХЕМА ЕВАКУАЦІЇ У РАЗІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ 12 КОРПУС 2 ПОВЕРХ

Проректор з економіки
та господарської роботи
Віницька Р.М.



ПРИ ПОЖЕЖІ, ВИНИКНЕННІ ЗАГРОЗИ РАДІАЦІЙНОГО, ХІМІЧНОГО УРАЖЕННЯ, ПОВІТРЯНІЙ ТРИВОЗИ, СКОСНІ ТЕРОРИСТИЧНИХ АКТІВ

- негайно повідомити про ситуацію, що склалася за телефонами 101, 102 та 497-53-94 (Адміністрація університету), при цьому вказати адресу (пр. Комарова, 1, корпус 12), місце загрози, наявність людей, своє прізвище
- у разі виникнення пожежі: провести евакуацію людей і матеріальних цінностей, знеструмити приміщення; негайно розпочати гасіння пожежі із застосуванням вогнегасників та пожежних кранів; при виклику пожежного підрозділу обов'язково вислати відповідального працівника для зустрічі пожежного підрозділу і направлення його до місця пожежі; повідомити пожежні підрозділи про місце знаходження людей
- у разі загрози радіоактивного чи хімічного забруднення надіти ватно-марлеву пов'язку, попередньо змочивши її водою, розчином лимонної кислоти (при парях хлору), або розчином лимонної кислоти (при загрозі ураження аміаком)
- у разі надходження інформації про загрозу терористичного акту терміново доповісти адміністрації університету та правоохоронним органам (СБУ, МВС, РУВС) і дяти згідно з їх розпорядженнями та рекомендаціями
- після виконання кожного з вищезазначених пунктів вийти з приміщення та корпусу через найближчі виходи найкоротшим шляхом, вказаним на план-схемі евакуації, для подальшої евакуації у спеціально відведені місця

Начальник служби пожежної безпеки

Ігнатко А.І.

Начальник господарського відділу Каржак В.В.

Рис.4.1. План-схема евакуації для другого поверху

4.4. Розрахунова частина

Для встановлення розряду зорової роботи, яку можна виконувати у лабораторії з боковим одностороннім природним освітленням, якщо відомі такі параметри: площа приміщення становить $28,5 \text{ м}^2$, має одне вікно, розміром $2,5 \times 2,0$, необхідно провести розрахунок для найменших розмірів об'єкта розрізнення.

Для цього визначаємо сумарну площу вікон (світлових прорізів):

$$S_{\text{вік}} = 1 \cdot 2,5 \cdot 2,0 = 5 \text{ м}^2$$

Площа підлоги у цьому приміщенні становить $S_{\text{підл}} = 28,5 \text{ м}^2$.

За формулою визначаємо відносну площу світлових прорізів α :

$$\alpha = \frac{S_{\text{вік}}}{S_{\text{підл}}} \cdot 100 = \frac{5}{28,5} \cdot 100 = 18 \%$$

За таблицею[41] визначаємо, що в цьому приміщенні можна запланувати виконання зорової роботи дуже високої точності, що відповідає II розряду зорової роботи. За таблицею встановлюємо, що найменший розмір об'єкта розрізнення для цього розряду становить $0,3 \dots 0,5 \text{ мм}$.

Для визначення нормоване значення коефіцієнту природного освітлення, необхідно знати, що приміщення знаходиться в м. Києві. Вікна розташовані на південний захід.

За таблицею для виробничого приміщення для II розряду зорової роботи визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення:

$$(KPO)_{\text{норм}} = 2,5 \%$$

Для IV поясу світлового клімату (м. Київ) та для орієнтації вікон на південний захід за таблицею знаходимо, що коефіцієнт світлового клімату $m_N = 0,85$.

Нормоване значення $(KPO)_N$ за формулою дорівнює:

$$(KPO)_N = (KPO)_{\text{норм}} \cdot m_N = 2,5 \cdot 0,85 = 2,1 \%$$

Розміри приміщення такі:

довжина приміщення $L = 9,5 \text{ м}$;

глибина приміщення $B = 3 \text{ м}$;

висота підвіконня – 0,7 м.

Слід вибрати розрахункову точку на робочій поверхні та визначити її координати, знайти основні геометричні відношення та значення світлової характеристики вікон η_B і коефіцієнта r_L , що враховує відбивні властивості внутрішніх поверхонь приміщення.

Умовна робоча поверхня розташована на висоті 0,8 м від підлоги, висота підвіконня – 0,7 м, а висота вікон – 2 м, тому висота від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна буде дорівнювати:

$$h = 0,7 + 2,0 - 0,8 = 1,9 \text{ м.}$$

Приймаємо, що розрахункова точка М умовної робочої поверхні знаходиться на відстані 1 м від стіни, яка найбільш віддалена від вікон, тобто відстань від точки М до зовнішньої стіни приміщення буде дорівнювати

$$b = B - 1 = 3 - 1 = 2 \text{ м.}$$

Тоді $\frac{L}{B} = \frac{9,5}{3} = 3,2 \approx 3$, знаходимо також $\frac{B}{h} = \frac{3}{1,9} = 1,6 \approx 2$

Для цих значень знаходимо світлову характеристику вікон $\eta_B = 8,5$.

Розраховуємо значення коефіцієнта r_L .

Для цього визначаємо спочатку відношення $\frac{b}{B} = \frac{2}{3} = 0,7$

Потім визначаємо площу стін $S_{\text{стін}}$, стелі $S_{\text{стелі}}$, підлоги $S_{\text{підлоги}}$ та відповідні коефіцієнти відбиття $\rho_{\text{стелі}}$, $\rho_{\text{стін}}$, $\rho_{\text{підлоги}}$.

Бокові стіни мають площу 18 м² протилежна від вікон стіна – 28,5 м², тоді загальна площа стін $S_{\text{стін}} = 18 + 28,5 = 46,5 \text{ м}^2$.

$$S_{\text{стелі}} = S_{\text{підлоги}} = 28,5 \text{ м}^2.$$

Для свіжепобіленої стелі приймаємо $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$, для стін, що обклеєні світлими шпалерами $\rho_{\text{стін}} = 0,3$, а для підлоги приймаємо $\rho_{\text{підлоги}} = 0,25$.

Середнє значення коефіцієнта відбиття $\rho_{\text{сер}}$ стелі, стін, підлоги розраховуємо за формулою:

$$\rho_{\text{сер}} = \frac{\rho_{\text{стелі}} \cdot S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} \cdot S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} \cdot S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}} = \frac{0,7 \cdot 28,5 + 0,3 \cdot 46,5 + 0,25 \cdot 28,5}{28,5 + 46,5 + 28,5} = 0,4$$

Тепер визначаємо, що значення коефіцієнта r_1 знаходиться в межах (1,4...1,9), вибираємо для $B/b=0,8$ по правилу інтерполяції $r_1=1,65$.

Визначаючи загальний коефіцієнт світлопропускання вікон для забезпечення бокового природного освітлення приміщення, необхідно знати матеріал, з якого виготовлені вікна. Вікна мають регульовані внутрішні жалюзі, виготовлені з подвійних пластикових рам, в яких вставлене віконне листове скло.

Коефіцієнт світлопропускання матеріалу вікон τ_1 становить для подвійного листового віконного скла $\tau_1=0,8$.

Для одинарних пластикових рам, що відкриваються окремо, коефіцієнт $\tau_2=0,75$.

Для регульованих внутрішніх жалюзі $\tau_3=1$.

Загальний коефіцієнт світлопропускання вікон визначається за формулою:

$$\tau_{\text{заг}} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,6.$$

Щою визначити коефіцієнт $K_{\text{БУД}}$, що враховує затінення вікон будівлями, розташованими навпроти, при умові, що відстань до протилежної будівлі $D=30$ метрів, а висота карнизу протилежного будинку над підвіконням нашого приміщення $H=20$ метрів необхідно розрахувати відношення геометричних розмірів:

$$D/H=30/20=1,5.$$

Визначаємо коефіцієнт $K_{\text{БУД}}=1,2$.

Необхідна площа вікон для забезпечення бокового природного освітлення приміщення розраховується за такими значеннями:

Для нормальних умов середовища за рекомендаціями приймаємо, що коефіцієнт запасу $K_3=1,2$.

Необхідна розрахункова площа вікон визначається за такою формулою:

$$S_{\text{вік.розр}} = \frac{(K_{\text{ПО}})_N \cdot K_3 \cdot \eta_B \cdot K_{\text{БУД}} \cdot S_{\text{підлоги}}}{\tau_{\text{заг}} \cdot r_1 \cdot 100} = \frac{2,1 \cdot 1,2 \cdot 8,5 \cdot 1,2 \cdot 28,5}{0,6 \cdot 1,65 \cdot 100} = 7,4 \text{ м}^2$$

Оскільки розрахункова площа вікон не перевищує фактичну для даного приміщення (9 м^2), то можна зробити висновок, що для запропонованих умов природне освітлення для заданого розряду зорової роботи є достатнім.

Для розрахунку коефіцієнту природного освітлення та встановлення, якої точності зорову роботу допустимо виконувати в цьому приміщенні, необхідно провести розрахунок за формулою:

$$(КПО)_\phi = \frac{S_{\text{вік}} \cdot \tau_{\text{заг}} \cdot r_1 \cdot 100}{K_z \cdot \eta_B \cdot K_{\text{БУД}} \cdot S_{\text{підл}}} = \frac{6 \cdot 0,6 \cdot 1,65 \cdot 100}{1,2 \cdot 8,5 \cdot 1,2 \cdot 28,5} = 1,7 \approx 2\%$$

З одержаних даних виходить, що в цьому приміщенні можна виконувати зорові роботи III розряду, тобто роботи високої точності.

4.5. Висновки до розділу 4

1. Експериментальна частина одержання композиційної системи полівінілацетат – каучук була проведена у лабораторії Національного авіаційного університету. Приміщення є спеціально обладнаним.

2. Під час проведення досліду можливе ураження організму шкідливими або токсичними речовинами.

Особливо, шкідливі речовини виділяються під час завершення технологічного процесу та після процесів вулканізації, якщо застосовують каучуки та їх похідні. Уже по закінченню процесів охолодження та формування готового виробу, концентрація шкідливих речовин починає зменшуватися.

3. Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні.

Для того, щоб повністю захистити організм від шкідливого впливу хімічних речовин необхідно користуватися витяжними шафами, захисними екранами. Необхідно також користуватись проточно-витяжною вентиляцією.

4. Для того, щоб забезпечити оптимальні умови проведення досліджень у лабораторії застосовують окрім природного світла ще й штучне.

Усі прилади повинні відповідати нормативно-технічній документації. Не можна працювати на незаземленому або несправному електрообладнанні. Також заборонено знімати та блокувати захисні пристрої обладнання. Не дозволяється виконувати роботи за їх несправності.

5. Під час пожежі необхідно діяти за вказівками. Виконавець повинен обов'язково негайно повідомити про пожежу оперативно-рятувальну службу цивільного захисту по телефону. Після чого потрібно спокійно розпочати підготовку до евакуації за планом евакуації

6. Попередній розрахунок по методу відносної площі світлових прорізів показав, що в заданому приміщенні можна виконувати зорову роботу II розряду.

Нормоване значення КПО становить 2,1%. Світлова характеристики вікон $\eta_B = 8,5$, а коефіцієнт $r_I = 1,65$. Загальний коефіцієнт світлопропускання вікон $\tau_{заг} = 0,6$; а коефіцієнт $K_{БУД} = 1,2$. Для наведених умов фактичний коефіцієнт природного освітлення $(КПО)_ф = 2\%$.

Це означає, що в приміщенні можна виконувати зорові роботи досить високої точності.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Вплив виробництва штучних шкір на навколишнє середовище

Сучасні технології намагаються покращити процес виробництва, оскільки з кожним роком екологічна ситуація у світі погіршується. Навіть при виробництві штучних шкір починають застосовувати шкідливіші для організму та навколишнього середовища речовини. Але нині ще немає повного усунення токсичних викидів. Викиди газу та дрібнодисперсних речовин негативно впливають на екосистему в цілому.

Під час виробництва зазвичай виділяються такі токсичні речовини, як альдегіди, бензол, толуол, формальдегід, вуглекислий газ та інші ароматичні вуглеводні. Застосовуючи велику кількість розчинників, вплив на навколишнє середовище стає ще більше негативним.

Дослідження показують, що саме ці речовини проникають через шкіру, не викликаючи в них змін, і надають загальнотоксичну дію. Їх можна віднести до речовин з помірно вираженими токсичними властивостями і слабку кумулятивну спроможність. Полімери з меншою молекулярною масою більш токсичні, адже вони досить добре проникають через шкіру і надають загальнотоксичну дію, що характеризується ураженням печінки, нирок, дихальних шляхів [42, 46].

Під час виробництва штучних шкір в атмосферу також потрапляють технічний вуглець та сірка, яка необхідна для процесу вулканізації.

Для того, щоб повністю сформувані виріб із даних вихідних матеріалів, необхідно також затратити велику кількість енергії.

Негативним фактором під час виробництва штучної шкіри є досить висока температура повітря у виробничих приміщеннях. Також таким виробництвом притаманне і теплове випромінювання від технологічного устаткування, що має негативний вплив. Вібραції та шум, виділення токсичних речовин згубно впливають як на живі організми, так і на навколишнє середовище в цілому.

Під час виробництва при спалюванні рідкого та твердого палива відбуваються викиди. Це тверді частинки, які, потрапляючи в атмосферу, утворюють аерозолі. Аерозолі можуть бути як токсичними, так і нетоксичними.

Аерозолі та інші тверді частинки можуть потрапити в атмосферу у вигляді пилу, золи або сажі. Значна ж їх кількість утворюється в атмосфері в результаті хімічних реакцій між речовинами, що знаходяться в різному агрегатному стані. Вони досить легко взаємодіють з водою.

Використовуючи органічні та неорганічні речовини під час виробництва штучних шкір, необхідно дотримуватися правил їх застосування. Оскільки необережне поводження з небезпечними речовинами може призвести до серйозних травм, вибухів, які, в свою чергу, призводять до екологічної катастрофи.

5.2. Методи і засоби захисту навколишнього середовища від негативних впливів при виробництві штучних шкір

Основним завданням підприємства є зниження забруднення середовища в процесі виробництва. Промисловість забруднює середовище різноманітними джерелами тепла, шуму, електромагнітного випромінювання.

Одним з найбільших забруднень навколишнього середовища вважається забруднення ґрунтових вод. На відміну від поверхневих вод вони практично не очищуються, або для цього використовують методи, які є досить ресурсозатратними.

Для того, щоб захистити навколишнє середовище від негативного впливу при виробництві штучних шкір та виробів з них, розробили ряд заходів:

- 1) очищення викидів;
- 2) удосконалення технології виробництва шляхом повторного використання відходів;
- 3) удосконалення видобувних і промислових галузей промисловості;
- 4) перехід на екологічно чисті джерела енергії;
- 5) зниження шкідливості транспортних ліній виробництва.

Розробляються і впроваджуються нові системи очисних споруд, що перешкоджають попаданню шкідливих речовин в атмосферу та у водойми. Однак,

проблема завдяки цим установкам не вирішується. Залишається питання утилізації відходів виробництва.

Утилізація продуктів переробки відходів штучних шкір передбачає застосування в процесі виготовлення ресурсозберігаючих композиційних матеріалів з багатокомпонентної вторинної сировини, сполучних речовин і добавок, що є модифікаторами. Ці речовини повинні володіти встановленими фізико-хімічними показниками та сертифікатами якості.

Після переробки розробляється матеріал, який є довговічним і міцним. Це дозволяє використовувати вторинний матеріал за новим цільовим призначенням. Наприклад, після переробки каучукових похідних можна використовувати перероблений матеріал в основі полігону для розміщення твердих побутових відходів.

Нині вироби з композиційних матеріалів використовуються при виготовленні звуко-, гідро- шумо- та електроізоляції. Також застосовують для твердого палива у космічній галузі, покриттів (авіаційних, автомобільних) та інших виробів промислового і господарсько-побутового призначення.

При дослідженнях встановлено, що при переробці готовий продукт має «багатогранні» форми. Він володіє хорошими екологічними властивостями, має високу стійкість до впливу атмосферних опадів, є еластичним та стійким до старіння, тому готовий до багатьох років експлуатації.

Для того, щоб переробити відходи виробництва, необхідно пройти такі стадії технологічного процесу:

- 1) підготовка до процесу утилізації;
- 2) вивантаження одного або декількох видів (типів) відходів композиційних матеріалів в бункер;
- 3) механічне дроблення (подрібнення), з отриманням базових і супутніх компонентів;
- 4) викладка в форми базових компонентів;
- 5) пресування при виявлених параметрах (часу, температури і тиску);
- 6) обрізка та упаковка матеріалів з продуктів переробки.

Загальна схема технологічної лінії виготовлення ізоляційних матеріалів з відходів синтетичних каучуків представлена на рис. 5.1.

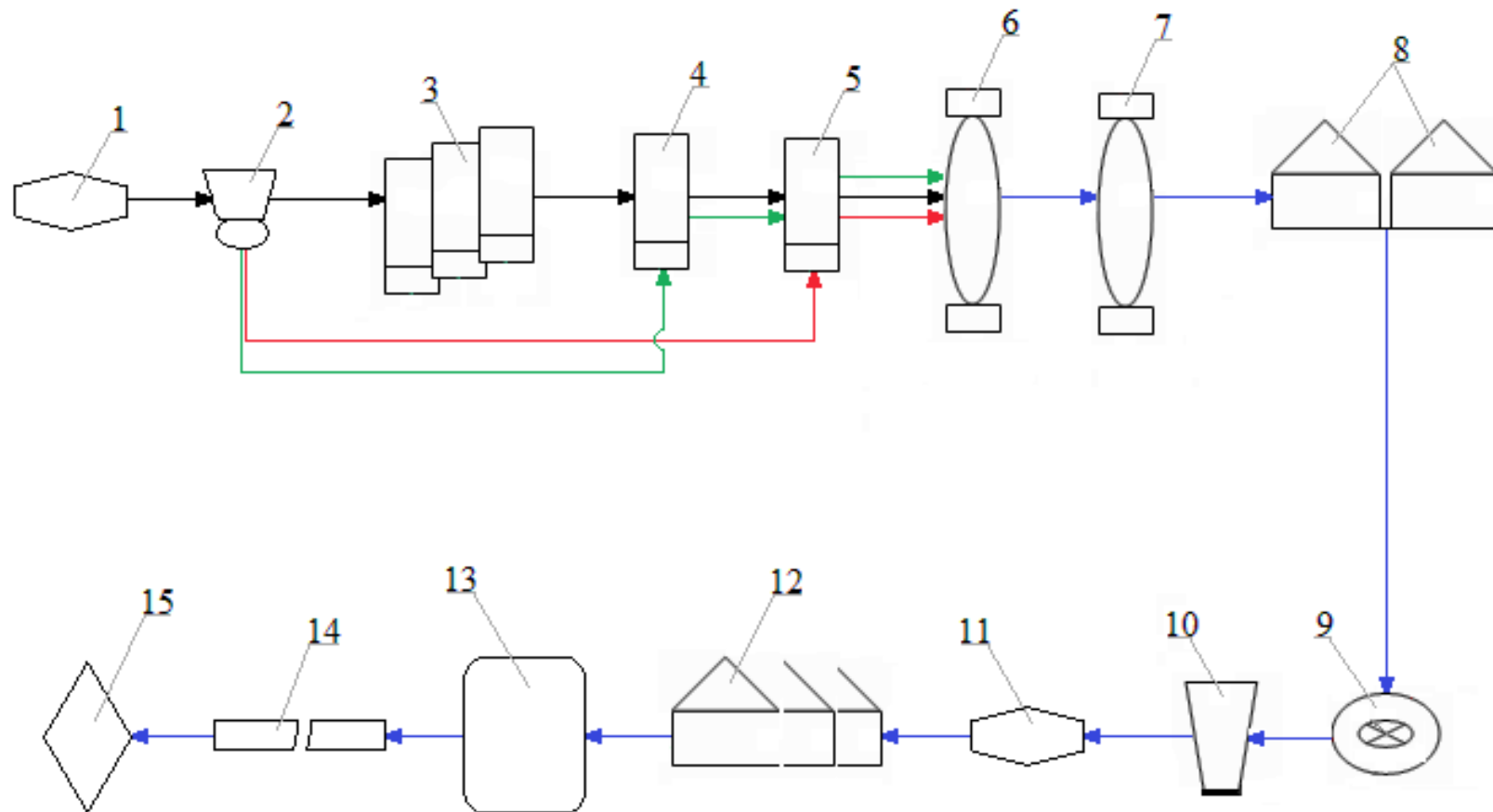


Рис.5.1. Технологічна схема лінії переробки відходів:

1 - ділянка підготовки; 2 - бункер завантаження; 3 - ножова багатокаскадна дробарка; 4 - молоткова дробарка; 5 - тонкодисперсний подрібнювач; 6 - гравітаційний сепаратор; 7 - магнітний сепаратор; 8 - резервуар-накопичувач для супутніх компонентів; 9 - віброрито; 10 - фасувальний бункер; 11 - ділянка підготовки; 12 - система міксерів та укладання базових компонентів; 13 - ділянка розплавлення; 14 - ділянка розрізу; 15 - ділянка виходу матеріалу

На ділянці підготовки (1) здійснюється очищення від сторонніх включень (сміття, розчинників, фарб) за допомогою мийки. Сторонні включення розміщуються в герметичні контейнери, ємністю від 0,75 до 1,5 м³. Це залежить від виду включень, для подальшої утилізації або тимчасового накопичення.

Далі на спеціальному майданчику відходи синтетичних каучуків упорядковано відповідно до типів, виду і розмірного ряду. Потім, після підготовчого періоду, відходи вивантажуються у бункер завантаження (2), ємністю 7 м³. Після вивантаження матеріали надходять в установку попереднього механічного подрібнення – багатокаскадну ножову дробарку (3), в якій відбувається послідовне роздрібнення до шматків розміром 110x70x20 мм. Рекомендована потужність дробарки становить 28 кВт. Попередньо подрібнені відходи направляються в молоткову дробарку (4), де відбувається їх подальше подрібнення до найбільш менших (номінальних) розмірів 15x25 мм. Потужність дробарки становить 5 кВт.

При подрібненні (дробленні) обробка відбувається в молотковій дробарці. Потім маса поділяється на наступні базові компоненти: гуму, текстиль, металобрухт та інші супутні компоненти. Далі більші фракції подаються в тонкодисперсний подрібнювач (5). Рекомендована потужність подрібнювача становить 5 кВт. На зазначеній стадії обробки здійснюється паралельний поділ залишків супутніх компонентів за допомогою гравітаційного сепаратора (6), з різним процентним співвідношенням компонентів за виходом. Потужність гравітаційного сепаратора складає 1,5 кВт.

Потім металеві елементи відокремлюються за допомогою магнітного сепаратора (7). Отримані супутні компоненти видаляються в резервуар-накопичувач (8). Очищений каучуковий порошок подається на вібросито (9) для поділу на фракції – базові компоненти продуктів переробки відходів синтетичних канчуків, що відправляються в фасувальний бункер (10). Далі компоненти відправляються в герметичні контейнери тимчасового накопичення, в ємності по 0,75 м³.

Одержаний продукт з відходів після переробки розбивається на корисні й марні фракції.

Встановлено, що вихід непотрібних продуктів після подрібнення буде залежати від енергоємності та ступеня переробки, тобто, чим менше буде енергоємність і ступінь переробки, тим більше буде вихід непотрібних продуктів.

Процес утилізації триває на ділянці підготовки (11), де ведеться робота по розливу і дозуванні екологічно безпечного клею в системі міксерів та укладання базових компонентів (12). Тут відбувається відкрите (без застосування тиску і температури) перемішування базових компонентів до стану номінального розподілу за питомою поверхнею шкіряної крихти (протягом 10-15 хв.).

Потім на ділянці спікання (13) здійснюється спільне пресування вищевказаних базових компонентів, при експериментально встановлених: температурі 110 -130 °C (протягом 7-9 хв.) і тиску 14 – 18 МПа.

Далі, на ділянці розрізу (14) здійснюється розріз формувальних матеріалів за допомогою різача. Розміри одержуваного матеріалу будуть залежати від способів формування. Потім на ділянці виходу полотна (15) здійснюються роботи упаковки і відвантаження матеріалу за допомогою гідравлічного маніпулятора на спеціальні стелажі.

Технологія утилізації штучних шкір дає змогу покращити екологічне становище. Знайшовши нові методи переробки відходів, можна одержувати нові матеріали з новими властивостями. Так запропонована схема пробки композиційних матеріалів рекомендується в якості основного шару для полігону, яка матиме вигляд протифільтраційного екрану [43].

5.3. Законодавча база захисту навколишнього середовища на підприємстві

На кожному підприємстві повинен бути відділ екології, який відповідає за всі моменти, що стосуються цієї сфери.

Кожне підприємство також повинно мати правовстановлюючі документи на користування земельними або водними ресурсами. Обов'язково мають бути здійснені заходи щодо запобігання забруднення земельних та водних ділянок

хімічними та радіоактивними речовинами, стічними водами або відходами. Це також стосується і повітря.

Здійснюється також контроль якості води та повітря на підприємствах. Для цього встановлюють різноманітні вимірювальні засоби та проводять лабораторні дослідження для встановлення надійності стану даних параметрів [44].

Систему контролю розробляє підприємство. Контролю підлягають викиди із різних устаткувань, таких як: димові труби, витяжні системи плавильних і розливних агрегатів, сушильні установки, нагрівальні та електротермічні апарати.

Контроль ГДК здійснюють прямими методами вимірювання концентрації шкідливих речовин та об'ємів газоповітряної суміші у місцях їх викиду або після газоочисних установок. Обстеження проводять в період роботи обладнання в робочому режимі, а при його нестаціонарній роботі — в період максимального викиду речовин.

Контролюють якість води за фізико-хімічними та бактеріологічними показниками в джерелах (у місцях водозаборів та у процесі обробки води) перед надходженням води у водопровідну мережу, а також у самій мережі. Контроль якості води та повітря здійснюють за схемою скороченого та повного санітарно-хімічного аналізу.

Для оцінки стану забруднення води та повітря встановлюються нормативи екологічної безпеки та нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин, аналізують рівні шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів у виробничих приміщеннях

Виробничий контроль безпечності та якості питної води та повітря здійснюється відповідно до санітарних норм спеціалізованими лабораторіями.

Порушення встановлених вимог призводить до негативного впливу на навколишнє середовище. Цей фактор також впливає на те, щоб призупинити діяльність підприємства. Підприємство, що завдало шкоди довкіллю, здоров'ю живим організмам забрудненням навколишнього середовища, повинні відшкодувати матеріально в повному об'ємі відповідно до чинного законодавства.

Підприємства, що мають звичайні джерела викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, в водоймища та на земельні ділянки зобов'язані забезпечувати проведення перелік викидів шкідливих речовин і розробку дозволених норм.

Також, вони повинні встановлювати відповідні резервуари для відходів з метою зниження рівня забруднень. За можливістю ефективним є встановлення відходо-переробних установок. Необхідно також правильно розпланувати виробництво того чи іншого продукту з найменшими затратами ресурсів.

Кожне промислове підприємство повинне розробити інструкцію та план заходів щодо збирання і тимчасового розміщення (зберігання) промислових відходів на промислових майданчиках.

На кожне місце (об'єкт) зберігання відходів повинен бути складений паспорт. В ньому записують технічні характеристики місця, найменування та код відходів (згідно з державним класифікатором відходів). Також зазначають їх кількісний та якісний склад, походження, а також інформацію про методи контролю та безпечної експлуатації.

За тимчасового зберігання відходів на спеціально відведеній території у відкритому вигляді (навалом, насипом) необхідно забезпечити гігротемпературні умови. Повинен бути передбачений ефективний захист відходів від дії атмосферних опадів та вітру.

Обов'язковим є те, що всі промислові відходи, для яких розроблені методи вторинної переробки та раціонального використання їх у виробництві, підлягають використанню як вторинна сировина і не повинні вивозитися на полігони[45].

Для того, щоб здійснити вивезення та захоронення відходів виробництва необхідний дозвіл, який видається в обов'язковому порядку спеціальними державними установами. В цьому дозволі вказуються усі ГДК шкідливих речовин, що будуть вивезені та умови транспортування, що повинні забезпечувати необхідну охорону навколишнього середовища від негативного впливу.

5.4. Висновок до розділу 5

1. Сучасні технології намагаються покращити процес виробництва, так як з кожним роком екологічна ситуація у світі погіршується. Навіть при виробництві штучних шкір розпочинають застосовувати шкідливіші для організму та навколишнього середовища речовини. Але навіть нині ще не має повного усунення токсичних викидів. Викиди газу та дрібнодисперсних речовин негативно впливають на екосистему в цілому.

2. При використанні органічних та неорганічних речовин під час виробництва штучних шкір необхідно дотримуватися правил їх застосування. Оскільки необережне поводження з небезпечними речовинами може призвести до серйозних травм, вибухів, які, в свою чергу, призводять до екологічної катастрофи.

3. Для того, щоб захистити навколишнє середовище від негативно впливу при виробництві штучних шкір та виробів з них розробили ряд заходів. Утилізація продуктів переробки відходів штучних шкір передбачає застосування в процесі виготовлення ресурсозберігаючих композиційних матеріалів з багатокомпонентної вторинної сировини, сполучних речовин і добавок, що є модифікаторами. Ці речовини повинні володіти встановленими фізико-хімічними показниками та сертифікатами якості.

4. Технологія утилізації штучних шкір дає змогу покращити екологічне становище. Знайшовши нові методи переробки відходів, можна одержувати нові матеріали з новими властивостями. Так запропонована схема пробки композиційних матеріалів рекомендується в якості основного шару для полігону, яка матиме вигляд протифільтраційного екрану.

5. Підприємства, що мають звичайні джерела викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, в водоймища та на земельні ділянки зобов'язані забезпечувати проведення перелік викидів шкідливих речовин і розробку дозволених норм. Також, вони повинні встановлювати відповідні резервуари для відходів з метою зниження рівня забруднень. За можливістю ефективним є встановлення відходо-переробних

установок. Необхідно також правильно розпланувати виробництво того чи іншого продукту з найменшими затратами ресурсів.

Кожне промислове підприємство повинне розробити інструкцію та план заходів щодо збирання і тимчасового розміщення (зберігання) промислових відходів на промислових майданчиках.

ВИСНОВКИ

1. Найбільш застосовуваним методом для розробки нових штучних шкір є використання модифікованих полімерів або різноманітних композиційних матеріалів. Утворення плівки для формування штучної шкіри є невід'ємною складовою. Саме такими матеріалами є водорозчинні полімери. Вони володіють високою розчинністю та є нетоксичними. Такі полімери досить добре зв'язуються з каучуком, утворюючи композити. Саме каучук є основним матеріалом для виробництва штучних шкір.

Одним із полімерів, який утворює з каучуком незамінний композит, є полівінілацетат.

2. Для того, щоб дослідити полімерні композиційні матеріали на сьогодні винайдено безліч різноманітних методів дослідження. Кожен із методів дає змогу повністю охарактеризувати досліджуваний зразок і зробити висновки про його основні властивості та знайти сферу застосування того чи іншого виробу.

3. Розроблено технологічний процес одержання композиційної системи полівінілацетат – каучук та досліджено їх експлуатаційні характеристики. Обґрунтована та експериментально показана можливість одержання полімерних композиційних матеріалів з наперед заданими характеристиками. Також показана можливість використання одержаних композиційних матеріалів на основі полівінілацетату та каучуку, як конструктивний матеріал з покращеними властивостями та експлуатаційними характеристиками у різних галузях промисловості, де необхідна висока зносостійкість та стійкість до певних негативних чинників.

4. Для дослідження полімерних композиційних матеріалів для штучних шкір одержують композит на основі натурального латексу та полівінілацетату.

Реологічні дослідження показують, що залежно від граничної напруги, досить помітний спад в'язкості. Це підтвердили дослідження для всіх досліджуваних зразків.

Вони показують, що, збільшуючи швидкість зсуву та напругу зсуву, буде зменшуватися в'язкість композиційного матеріалу. Тиксотропічні властивості будуть стабільними. Це пояснюється наявністю неперервної фази у композиті. Звичайно, у системі полівінілацетат-каучук обидві фази є неперервними.

Результати досліджень показують, що, збільшуючи концентрацію полівінілацетату у полімерній композиції, буде збільшуватися і діелектрична проникність. Хоча ця величина збільшується незначно. Зміна діелектричної проникності не перевищує 8 %. Це визначає, що вихідні компоненти є досить хорошими діелектриками.

Досліджуючи композиційну систему полівінілацетат – каучук, було встановлено залежності теплоємності та температуропровідності від вмісту полімерів у композиційному матеріалі.

Зміни теплоємності можна пояснити з наявним ефектом плавлення і з наявною структурою досліджуваного композиту, яка є неоднорідною. Макромолекулярні ланцюги досліджуваного матеріалу є також неоднорідними.

В залежності від вмісту ПВА в композиті, можна встановити залежність зростання показників теплоємності та коефіцієнта теплопровідності від збільшення температури. Концентрація ПВА досліджених композиційних матеріалів у кількості від 15 мас.% і до 40 мас.% є найстабільнішими.

Дослідження підтвердило, що за збільшення концентрації полівінілацетату для досліджуваних зразків, буде спостерігатися зменшення показника зносу. Так як наявне збільшення цього ж полімеру призводить до підвищення механічної стійкості даної полімерної композиції.

Гігроскопічність залежить від наявності полярних груп у матеріалі, та також залежить від хімічної природи матеріалу. За результатами дослідження видно, що зі збільшенням вмісту ПВА зростає і показник гігроскопічності.

Показник гігроскопічності також залежить і від поверхні матеріалу. Але найбільше ця залежність підтверджується полярністю ацетатних груп, які є наявними у полівінілацетаті, так як каучук має неполярну структуру.

5. Під час проведення дослідів можливе ураження організму шкідливими або токсичними речовинами.

Особливо, шкідливі речовини виділяються під час завершення технологічного процесу та після процесів вулканізації, якщо застосовують каучуки та їх похідні. Уже по закінченню процесів охолодження та формування готового виробу, концентрація шкідливих речовин починає зменшуватися.

Попередній розрахунок за методом відносної площі світлових прорізів показав, що в заданому приміщенні можна виконувати зорову роботу II розряду.

Нормоване значення КПО становить 2,1 %. Світлові характеристики вікон $\eta_B=8,5$, а коефіцієнт $r_I=1,65$. Загальний коефіцієнт світлопропускання вікон $\tau_{заг}=0,6$; а коефіцієнт $K_{БУД}=1,2$. Для наведених умов фактичний коефіцієнт природного освітлення $(КПО)_ф=2\%$.

Це означає, що в приміщенні можна виконувати зорові роботи досить високої точності.

6. Для того, щоб захистити навколишнє середовище від негативно впливу при виробництві штучних шкір та виробів з них розробили ряд заходів. Утилізація продуктів переробки відходів штучних шкір передбачає застосування в процесі виготовлення ресурсозберігаючих композиційних матеріалів з багатокомпонентної вторинної сировини, сполучних речовин і добавок, що є модифікаторами. Ці речовини повинні володіти встановленими фізико-хімічними показниками та сертифікатами якості.

Технологія утилізації штучних шкір дає змогу покращити екологічне становище. Знайшовши нові методи переробки відходів, можна одержувати нові матеріали з новими властивостями. Так, запропонована схема пробки композиційних матеріалів рекомендується в якості основного шару для полігону, яка матиме вигляд протифільтраційного екрану.

СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойченко С.В., Іванченко О.В. Положення про дипломні роботи (проекти) випускників Національного авіаційного університету. К. – 2017., с. 63;
2. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с., ил;
3. Електронний ресурс: <https://pva37.ru/index.php?page=klej-pva>
4. Електронний ресурс: http://www.po4emu.ru/drugoe/history/index/odejda/stat_odejda/12.htm
5. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи: Часть первая. Физико-химические основы и общие принципы производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи / Г.П. Андрианова, К.А. Полякова, А.С. Фильчиков, Ю.С. Матвеев: В 2 ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпроибытиздат, 1990. – 304 с.
6. Зурабян К.М. и др. Материаловедение изделий из кожи. М.: Легпромбытиздат, 1988. – 416 с.
7. Електронний ресурс: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1699
8. Е. Филоненко. Рабочее издательство «Прибой». Красный журнал. М: 1925. - 567 с.
9. Ржевская С.В. Материаловедение: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 456 с.
10. Електронний ресурс: <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/footweartextile/2.html>.
11. Електронний ресурс: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/006/712.htm>.
12. С.А. Кизбер. Современные клеи для брюшоровочно-переплетных процессов. – М:1966. – 54 с.

13. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. – М.:Химия, 1977. – 438 с.
14. Электронный ресурс: http://granat-e.ru/rheotest_rv21.html.
15. Кросс А., Введение в практическую инфракрасную спектроскопию, пер. с англ., М.: – 1961.
16. Максанова Л.А. Высокомолекулярные соединения и материалы для пищевой промышленности: учебное пособие для вузов / Л.А. максанова, О.Ж. Аюрова. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 220 с. (высшее образование). – Текст: непосредственный.
17. Электронный ресурс: <https://affinage.org.ua/most-r5010/>.
18. Перепилица В.И., Андрианова Г.П. Теплофизические свойства искусственных кож различного назначения //Кожевенно-обувная промышленность. – 1980. - №8. – С.54-56.
19. Ильин С.Н., Бернштейн М.Х. Искусственные кожи: - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
20. Теплофизические и реологические характеристики полимеров: Справочник / Под общ. ред. Ю.С. Липатова. – К.: Наук. думка, 1977. – 244 с.
21. ГОСТ 8977-74 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости.
22. ГОСТ 8977-74 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения устойчивости к многократному изгибу.
23. ГОСТ 22900-78 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения.
24. ГОСТ 8971-78 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гигроскопичности и влагоотдачи.
25. ГОСТ 25691-89 Кожа искусственная и синтетическая для одежды. Метод определения динамического и статистического коэффициентов трения.
26. Электронный ресурс: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/915.

27. Мышленник Г.В. и др. Метод теплофизического исследования поверхностных слоев искусственных кож//Кожевенно-обувная промышленность. – 1981. - №3. – С.37.
28. Денисова Э.И., Шак А.В. Измерение теплопроводности на измерителе ИТ – λ – 400. Екатеринбург. 2006 – 35 с.
29. Полякова К.А., Нипот Н.О. Технический анализ и контроль производства пленочных материалов и искусственных кож. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 192 с.
30. Мороз И.И., Комская М.С., Сивчикова М.Г. справочник по фарфоро – фаянсовой промышленности. Т. 1. М., «Легкая индустрия», 1976. – 296 с.
31. Ісаєнко В. М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навч.посіб. / Ісаєнко В. М., Криворотько В. М., Франчук Г. М. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 192 с.
32. Електронний ресурс: <http://oppb.com.ua/articles/gigiyena-praci-pid-chas-vyrobnyctva-vzuttya>.
33. Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 № 528.
34. ГОСТ 12.1.007-76 “ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
35. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
36. ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.
37. Електронний ресурс: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/590.html>.
38. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28:2018.
39. Електронний ресурс: https://pidruchniki.com/1439022138279/bzhd/normuvannya_shkidlivih_rechovin.

40. СНиП 2.09.02-85* Производственные здания.
41. Русаловський А. В. Розрахунок природного освітлення. К. – 2006. – 21 с.
42. Електронний ресурс: <https://ecouniver.com/7678-toksichnye-veshhestva-na-proizvodstve.html> EcoUniver.
43. Прошин И.А., Горячева А.А., Дярькин Р.А. Технология утилизации отходов синтетических каучуков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.
44. Типове положення про екологічну службу.
45. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення.
46. Примаченко С. В. Перетворення борної кислоти з гідроксил-вмісними сполуками в твердофазній системі / С. В. Примаченко, В. І. Максін. // Біоресурси і природокористування. – том 10, № 3-4, – 2018. – С. 120–125. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.03.015>